

**HPS Trailer Page
for**

EAST

UserID: NTran1_Job_1_of_1

Printer: cpk2_6c32_gbgfptr

Summary

<u>Document</u>	<u>Pages</u>	<u>Printed</u>	<u>Missed</u>	<u>Copies</u>
JP2001202509A	11	11	0	1
Total (1)	11	11	0	-

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-202509

(P2001-202509A)

(43) 公開日 平成13年7月27日(2001.7.27)

(51) IntCl ⁷	識別記号	F I	テーマコード(参考)
G 0 6 T 5/00	3 0 0	G 0 6 T 5/00	3 0 0
	1 0 0		1 0 0
H 0 4 N 1/60		H 0 4 N 1/40	D
1/409			1 0 1 C
1/46		1/46	Z

審査請求 未請求 請求項の数3 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2000-379823(P2000-379823)

(22) 出願日 平成12年12月14日(2000. 12. 14)

(31) 優先権主張番号 4 6 1 9 3 1

(32) 優先日 平成11年12月15日(1999. 12. 15)

(33) 優先権主張国 米国 (U S)

(71) 出願人 590000846

イーストマン コダック カンパニー
アメリカ合衆国, ニューヨーク14650, ロ
チェスター, ステイト ストリート343

(72) 発明者 エドワード ビー ジンデル

アメリカ合衆国 ニューヨーク 14618
ロチェスター ボニー・プレー・アヴェニ
ュー 394

(72) 発明者 アレックス ロベス-エストラーダ

アメリカ合衆国 ニューヨーク 14502
マセドン イーグルス・ルースト・レーン
3301

(74) 代理人 100070150

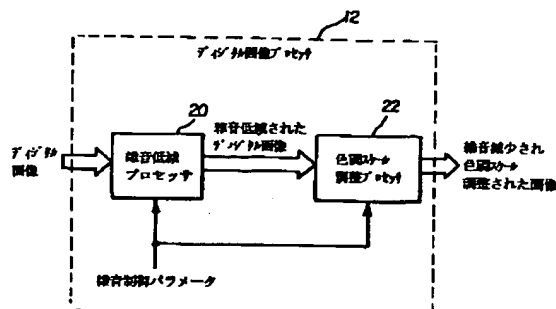
弁理士 伊東 忠彦 (外1名)

(54) 【発明の名称】 雑音低減及び色調スケール調整を行なうデジタル画像処理方法及びシステム

(57) 【要約】

【課題】 単一の制御パラメータで、雑音低減フィルタと色調スケール調整アルゴリズムの両方を同時に制御する計算的に単純なデジタル画像方法を提供することを目的とする。

【解決手段】 デジタル画像を処理する方法は、雑音制御パラメータを指定する段階と、デジタル画像中の雑音を低減させるためにデジタル画像を処理するための雑音制御パラメータを使用する段階と、デジタル画像の色調スケールを調整するためにデジタル画像を処理するための雑音制御パラメータを使用する段階とを含む。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 (a) 雑音制御パラメータを指定する段階と、

(b) デジタル画像中の雑音を低減させるために上記デジタル画像を処理するための雑音制御パラメータを使用する段階と、

(c) 上記デジタル画像の色調スケールを調整するために上記デジタル画像を処理するための雑音制御パラメータを使用する段階とを含む、デジタル画像を処理する方法。

【請求項2】 上記色調スケールは、上記雑音制御パラメータを用いて複数の色調スケールLUTから1つを選択し、上記選択されたLUTを上記デジタル画像に適用することによって調整される、請求項1記載の方法。

【請求項3】 上記色調スケールの調整は、色調スケール調整関数を生成しこれを上記デジタル画像に適用するために、上記雑音制御パラメータに応答的である、請求項1記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は概して画像処理の分野に関連し、更に特定的には雑音低減処理段階と、色調スケール関数処理段階の適用の両方を用いた画像処理システムに関連する。

【0002】

【従来の技術】典型的なデジタルイメージングシステムは、3つの主要構成要素、即ち、ソースのデジタル画像を生成する機構、デジタル画像データを処理する機構、画像を視覚化する機構を含む。多くのデジタルイメージングシステムは、最終的に表現される出力の視覚的な質を向上するよう設計される1つ以上の画像処理方法、又はアルゴリズムを使用する。特に、関心となる2つの画像処理方法は、存在する雑音の量を低減させる方法と処理された画像の色調スケールを調整する方法である。一般的に、同一のデジタルイメージングシステムにおいてこれらの2つの種類の画像処理方法が用いられる場合、各方法は別々に最適化される。幾つかのデジタルイメージングシステムでは、雑音低減方法の適用は、色調スケール調整方法の最適化に影響を与える。

【0003】デジタルイメージングシステムにおいて用いられる雑音低減フィルタの一例は、Jong-Sen Leeによる機関誌記事Digital Image Smoothing and the Sigma filter, Computer Vision, Graphics, and Image Processing Vol 24, P.255-269, 1983に記載されるシグマフィルタである。これは、中心画素の周りの矩形の窓からサンプリングされる非線形画素平均技術を用いる雑音低減フィルタである。局所近傍における画素は、その画素と中心画素との差に基づいて、数値的な平均に含まれるか、又は、排除される。数学的には、 p_{ij} は中心画素 p_{nn} の周りの局所周囲の画素を表わし、 q_{nn} は雑音が除去

された画素を表わし、 ϵ は通常は予想される雑音標準偏差の2倍に設定される定数を表わすすると、シグマフィルタは、

$$q_{nn} = \sum_{ij} a_{ij} p_{ij} / \sum_{ij} a_{ij}$$

及び

$$|p_{ij} - p_{nn}| \leq \epsilon \text{ のとき } a_{ij} = 1$$

$$|p_{ij} - p_{nn}| > \epsilon \text{ のとき } a_{ij} = 0$$

と表わせる。局所画素は、関心画素を中心とする矩形領域からサンプリングされる。

10 【0004】シグマフィルタは、優位な雑音源がガウス加法的雑音である場合のデジタル画像処理適用のために設計されたものである。信号依存雑音源は、 ϵ パラメータを信号強度の関数とすることによって容易に組み込まれうる。しかしながら、信号独立雑音の場合と信号依存雑音の場合の両方において、最適な結果を得るために、予想される雑音標準偏差は既知でなくてはならない。シグマフィルタの強度は、フィルタの ϵ パラメータ及び窓サイズを変更することによって変更される。処理される画像中に存在する雑音の量は、開始画像中の雑音の量、制御パラメータの設定値、画像内容の構造に依存して変化する。空間的な変化の少ない領域では、雑音レベルの変化は大きく、一方、多くの構造を含む領域では、雑音特性に対する変化は非常に小さい。雑音低減フィルタとしてのシグマフィルタは、同一システム中の色調スケール調整アルゴリズムと共に使用されうる。しかしながら、Jong-Sen Leeの文献は、デジタルイメージングシステムにおける他の画像処理アルゴリズムと共にシグマフィルタを用いることについて記載していない。

20 【0005】米国特許第5,134,573号で、Goodwinは、デジタル式に走査された写真フィルムシステムについて色調スケールを調整する方法について記載している。この方法は、従来の写真フィルム製品の写真応答を線形化するよう設計される色調スケール関数を適用することにより全体の画像コントラストを改善することが記載されている。Goodwinは、幾つかの制御パラメータに依存する色調スケール関数を構築するための数学的な式を開示している。数学的な式は、一般化された写真フィルム製品を適応させるよう設計されたものである。最適な結果を達成するために、制御パラメータは、所与のフィルム製品のためのフィルム応答特性に従って設定されねばならない。記載された制御パラメータのうちの1つは、デジタル画像中に存在する雑音レベルに対する感度がある。雑音感応制御パラメータを制御する方法は記載されていない。写真フィルムの種類に基づいて、雑音感応制御パラメータについての或る範囲の値が与えられているだけである。更に、デジタルイメージングシステムにおいて使用される他の画像処理方法との可能な相互作用についても記載されていない。雑音低減方法が、色調スケール調整方法を有するデジタルイメージングシステムにおいて用いられた場合、雑音感応制御パ

ラメータの最適値は変化する。

【0006】Lee外による米国特許第5,633,511号は、走査された放射線デジタルイメージングシステムのための色調スケール関数を構築することを含む色調スケール調整方法を記載する。方法は、開始デジタル画像中に存在する雑音の大きさを画素コード値の関数として推定する段階を含む。画像雑音を推定する2つの主な方法、即ち、(1)異なる露光での均一なパッチのグレースケールを写真撮影するオフライン方法、及び、(2)開始画像の均一に露光された領域をサンプリングするオンライン方法である。第1の雑音推定方法は、写真フィルム製品とスキャナの組合せの雑音性質を特徴付ける。第2の方法は、開始画像の画素データから雑音を直接推定する。デジタルイメージングシステムにおいて使用される他の画像処理方法との可能な相互作用については記載されていない。この色調スケール調整方法を含むデジタルイメージングシステムにおいて雑音低減方法が用いられた場合、開始デジタル画像の雑音特性は変更される。雑音特徴を推定するオンライン方法はそれでも作用するが、この方法は必要とされる空間フィルタリングのため、計算的に厳しいものである。

【0007】殆どのデジタルイメージングシステムは、多数の画像処理方法の最適化を整合させるものではない。多数の画像処理動作を最適化する1つのアプローチは、1997年12月2日にCottrell外に対して発行された米国特許第5,694,484号に記載されている。Cottrell外は、一連の選択された画像処理動作を受けている画像の知覚的な質を自動的に最適化させる画像処理システムを提供している。システムは、画像処理動作、アーキテクチャ、及び、知的(インテリジェント)制御の粗からなる。これらの要素は、画像が生成されるソース特徴のプロファイルと、出力装置特徴のプロファイルと、画像処理動作が(個々に又は共同で)知覚された画質に対して与える影響を考慮に入れる。個々の画像処理動作についての制御パラメータは、対象の計量(鮮鋭度、粒子、色調、色等)に関連する数学的な式に基づいて画質計量(単一の数値的な質)を最適化することによって変更される。

【0008】Cottrell外によって記載される方法では、雑音低減処理動作と色調スケール処理動作の個々の制御パラメータ間には直接的な関係はない。個々の制御パラメータについての値は、画質計量が最適値に達するまで有用な範囲に亘って変更される。この方法は、多数のパラメータ順列を評価するためのかなりの計算資源を必要とする。

【0009】実際のデジタルイメージングシステムでは、利用可能な計算資源は制限されている。従って、画像処理動作の1つとして雑音低減フィルタを使用するデジタルイメージングシステムでは、計算資源を節約するために雑音低減の量を変更することが有利である。

デジタルイメージングシステムにおいて最適制御パラメータ設定値と色調スケール調整アルゴリズムの両方が用いられる場合、雑音低減の量を変更することにより、その両方を変化させうる。雑音低減フィルタ制御パラメータと色調スケール調整制御パラメータの間で直接的且つ単純な関係が決定されうる場合、Cottrell外及びLee外によって記載されるような計算的に複雑な方法が改善されうる。

【0010】

10 【発明が解決しようとする課題】従って、単一の制御パラメータで、雑音低減フィルタと色調スケール調整アルゴリズムの両方を同時に制御する計算的に単純な方法が要請されている。

【0011】

20 【課題を解決するための手段】本発明によれば、上述の要請に応ずるために、雑音制御パラメータを指定する段階と、デジタル画像中の雑音を低減させるためにデジタル画像を処理するための雑音制御パラメータを使用する段階と、デジタル画像の色調スケールを調整するためにデジタル画像を処理するための雑音制御パラメータを使用する段階とを含む、デジタル画像を処理する方法が提供される。

【0012】

30 【発明の実施の形態】デジタル画像は、1つ以上のデジタル画像チャンネルからなる。各デジタル画像チャンネルは、画素の2次元配列からなる。各画素値は、画素の幾何学的領域に対応して画像捕捉装置によって受光される光の量に関連する。カラー画像適用のために、デジタル画像は、一般的には、赤、緑、及び、青のデジタル画像チャンネルからなる。例えば、シアン、マゼンタ、イエローのデジタル画像チャンネルといった他の形態も実施される。単色適用では、デジタル画像は、1つのデジタル画像チャンネルからなる。動き画像適用は、デジタル画像の時間的なシーケンスであると考えられる。当業者は、本発明が上述の全ての適用に付いてのデジタル画像に適用されうるが、これらに制限されるものではないことを認識するであろう。本発明は、デジタル画像チャンネルを行及び列に配置される画素値の2次元配列として説明されるが、当業者は、本発明は同等の効果を有するモザイク状(直線的でない)配列に適用されうることを認識するであろう。本発明は雑音除去された画素値で元の画素値を置き換えることを記載しているが、当業者はまた、雑音除去された画素値を有する新しいデジタル画像を形成し、元の画素値を保持することも自明であることを認識するであろう。

50 【0013】本発明は、パーソナルコンピュータ又は専用デジタル画像処理コンピュータといったコンピュータハードウェア上で実行されるソフトウェアプログラムとして実施されうる。図1を参照するに、以下の説明は、画像捕捉装置10、画像プロセッサ12、及び、画

像出力装置14を含むデジタルイメージングシステムに関連する。このシステムは、モニタ16と、キーボードといった操作者入力装置18とを含む。例えば、図1は、画像捕捉装置10が、カラーネガティブ又はリバーサルフィルム上にシーンを捕捉する従来の写真フィルムカメラと、フィルム上の現像された画像を走査し、デジタル画像を生成するフィルムスキャナ装置である、デジタル写真仕上げシステムを示しうる。画像プロセッサ12は、写真印画、画面のソフトコピー等といった意図される出力装置又は媒体上に見た目の良い画像を生成するようデジタル画像を処理する手段を提供する。画像プロセッサ12は、捕捉媒体及び／又は捕捉装置10によって画像に導入された雑音を補正するようデジタル画像を処理する。画像プロセッサ12はまた、出力装置14によって見た目の良い画像が生成されるよう画像の色調トーンを調整する。以下、処理段階間の相互作用について詳述する。

【0014】図2を参照するに、本発明の望ましい実施例は、雑音低減プロセッサ20に続いて色調スケール調整プロセッサ22を使用する。デジタル画像は、出力上に、雑音が低減されたデジタル画像を生成する雑音低減プロセッサ20に入力される。この雑音が低減されたデジタル画像は、雑音が低減され色調スケールが調整されたデジタル画像を生成する色調スケール調整プロセッサ22に入力される。本発明のため、雑音が低減され色調スケールが調整されたデジタル画像は、雑音制御プロセッサと色調スケール調整プロセッサの両方が少なくとも1つの雑音制御パラメータによって制御されているときに、雑音低減プロセッサと色調スケール調整プロセッサの両方によって処理されたデジタル画像として定義される。

【0015】多くの実際のデジタルイメージングシステムでは、他の画像処理プロセッサが含まれる必要があることに注意すべきである。これらの他の画像処理プロセッサがデジタル画像を入力として受け入れ、出力上にデジタル画像を生成する限り、画像処理チェーンのうちの雑音低減プロセッサと色調スケール調整プロセッサの間に1つ以上のこれらのタイプの画像処理プロセッサが挿入されうる。図3を参照するに、雑音低減プロセッサ20の後であり色調スケール調整プロセッサ22の前の位置に、追加的なプロセッサ24が挿入されている。追加的なプロセッサ24は、例えばデジタル画像の空間的な細部を先鋭化又は向上させるよう設計された空間フィルタである。

【0016】本発明の他の実施例は、雑音低減プロセッサ20と色調スケール調整プロセッサ22の動作の順序を逆にしたものであり、図4に示されている。デジタル画像は、出力上に色調スケール調整されたデジタル画像を生成する色調スケール調整プロセッサ22に入力される。雑音低減プロセッサ20は、色調スケール調整

されたデジタル画像をデジタル画像入力として受け入れ、出力上に雑音低減され色調スケール調整されたデジタル画像を生成する。追加的なプロセッサ24は、雑音低減プロセッサ20の前であり色調スケール調整プロセッサ22の後の位置に挿入されている。

【0017】図5に示される本発明の他の実施例では、追加的なプロセッサ24は、雑音低減プロセッサ20及び色調スケール調整プロセッサ22の両方の前の位置に挿入されている。追加的なプロセッサ24は、入力上にデジタル画像を受信し、出力上にデジタル画像を生成するため、追加的なプロセッサは、雑音低減プロセッサ20及び色調スケール調整プロセッサ22の前又は後に配置されうる。

【0018】再び図2を参照するに、画像プロセッサは、雑音低減プロセッサ20及び色調スケール調整プロセッサ22を含む。これらの両方のプロセッサは、同一の雑音制御パラメータを受信する。

【0019】[雑音制御パラメータ] 本発明の望ましい実施例では、雑音制御パラメータは、画像プロセッサ12に入力されるデジタル画像中に存在する雑音の量に基づいて設定される。12ビット量子化デジタル画像では、画素値は0乃至4095である。標準偏差計量によって測定される画素当たりの雑音の量の平均によって特徴付けられるデジタル画像ソースの場合、画素当たりの雑音の量の平均が15以下であるデジタル画像ソースは、値1の雑音制御パラメータ値に割り当てられる。画素当たりの雑音の量の平均が15よりも大きく、40以下であるデジタル画像ソースには、値2の雑音制御パラメータ値が割り当てられる。画素当たりの雑音の量の平均が40よりも大きいデジタル画像ソースには、値3の雑音制御パラメータ値が割り当てられる。これらの割り当ては、システムについての雑音の相対的な大きさに基づく。絶対的なレベルは、ソース画像の数値的な範囲に基づいて調整され、デジタル画像ソースを低い媒体で高い雑音内容のデジタル画像ソースに割り当てるために経験的に導出される。

【0020】本発明の望ましい実施例は、雑音制御パラメータを設定するために、各画像ソースに対して予め定義された画素当たりの雑音の平均値を用いる。予め定義された画素当たりの雑音の平均値のテーブルは、各フィルムタイプについて1つずつ得られる。例えば、雑音低減プロセッサ20へ入力されるデジタル画像がフィルムタイプAであれば、フィルムAに対する対応する予め定義された画素当たりの雑音の平均値が検索される。検索された予め定義された画素当たりの雑音の平均値に基づいて、1、2、又は、3の雑音制御パラメータが発生される。システムによってサポートされる各フィルムタイプは、対応する記憶された予め定義された画素当たりの雑音の平均値を有し、従って対応する雑音制御パラメータを有する。実際のシステムでは、全ての製造される

フィルムタイプ、又はデジタルカメラといった他のデジタル画像の源がサポートされるわけではない。予め定義された画素当たりの雑音の平均値が存在しないデジタル画像については、雑音制御パラメータのデフォルト値として1が選択される。

【0021】予め定義された画素当たりの雑音の平均値は、任意のデジタル画像ソースのために生成される。一般的には、雑音値を発生させるために、多数の均一な反射のパッチのテストターゲットが撮影される。画像ソースが写真フィルム製品であれば、捕捉装置10によってデジタル画像が生成される。全体的な標準偏差値は、テストターゲット画像中の画素値の標準偏差を計算する自動化ソフトウェアプログラム又はユーザ支援ソフトウェアプログラムのいずれかを適用することによって計算される。導出される標準偏差値は、予め定義された画素当たりの雑音の平均値を構成する。

【0022】或いは、雑音は、Lee外の米国特許第5,633,511号に記載されるように任意のデジタル画像から推定される。Lee外は、デジタル画像の画素値を使用することによりデジタル画像中に存在する予想雑音量を推定する方法を記載する。この方法は、計算時間がかかり、近似的なものにすぎない。しかしながら、デジタル画像中に存在する雑音の量を近似する方法は、雑音制御パラメータを設定するために本発明と共に使用される。この本発明の他の実施例は、予め定義された画素当たりの雑音の平均値のテーブルが維持される必要がないという利点を有する。

【0023】Lee外によれば、デジタル画像中に存在する予想雑音量を推定する方法は以下の通りである。実際の画像の変化を雑音の変動と区別するため、雑音が信号に依存することに基づいて、画像雑音を画素コード値の関数として推定することが必要である。各画素のエッジ勾配は、デジタル画像中のビジー領域と均一な領域を区別するために計算される。予想雑音量の値は、デジタル画像の均一な領域からサンプリングされたものとして標準偏差から推定される。雑音低減プロセッサ20と色調スケール調整プロセッサ22を整合させるために必要とされる雑音制御パラメータは、本発明の望ましい実施例に記載されるのと同じ方法で、計算された予め定義された画素当たりの雑音の平均値から計算される。

【0024】予め定義された画素当たりの雑音の平均値はデジタル画素値から計算され、雑音制御パラメータは予め定義された画素当たりの雑音の平均値から導出されるため、雑音制御パラメータは入力デジタル画像から直接導出される。

【0025】本発明の他の実施例では、雑音制御パラメータを決定するためにISO写真速度値が使用される。例えば、ISO写真速度値が100よりも小さければ、雑音制御パラメータは値1に設定される。100以上で800よりも小さい対応するISO写真速度値では、雑

音制御パラメータは値2に設定される。800以上の対応するISO写真速度値では、雑音制御パラメータは値3に設定される。図1を参照するに、ISO写真速度値は、捕捉装置10から、又はキーボード18を介して操作者から得られる。ISO写真速度値は、デジタル画像に直接含まれる情報ではない。これは、画像メタデータ（デジタル画像に対応する追加的な情報）の一例である。従って、本発明のこの他の実施例は、画像メタデータに基づいて雑音制御パラメータを設定する場合の一例である。

【0026】本発明の他の実施例によれば、雑音制御パラメータは、モニタ16上に表示されるデジタル画像の視覚的な観察に基づいてキーボード18を介して操作者によって設定される。雑音制御パラメータは画像ソースの予想雑音レベルに数値的に関連付けられうるため、キーボードの操作者は表示されている画像の雑音の量を視覚的に評価し、適当な雑音制御パラメータの設定を選択しうる。

【雑音低減プロセッサ】雑音制御パラメータは、雑音低減の度合い（雑音低減を全く適用しない場合を含む）を変化させるため、雑音低減プロセッサによって使用される。これは、多数の雑音低減フィルタから選択すること、又は異なる形態で用いられる単一の雑音低減フィルタを用いることによって達成される。例えば、高いレベルの雑音を含むデジタル画像、例えば高速写真フィルム上に捕捉される画像のために、メディアンフィルタが適用される。低いレベルの雑音を含むデジタル画像、例えば低速写真フィルム上に捕捉される画像のためには、シグマフィルタが望ましい。本発明の望ましい実施例は、雑音制御パラメータの値に基づいて2つの異なる雑音低減フィルタ間の切換えを行なう。図6に示されるように、雑音低減プロセッサは、例えば異なる形態のシグマフィルタ28及び28'を含み、フィルタ28'は、フィルタ28、メディアンフィルタ30、及び雑音制御パラメータによって制御されるスイッチ26よりも多くの雑音低減を与える。雑音制御パラメータが1であれば、デジタル画像を処理するためにシグマフィルタ28が用いられる。雑音制御パラメータが2であれば、シグマフィルタ28'が用いられる。雑音制御パラメータが3であれば、デジタル画像を処理するためにメディアンフィルタが用いられる。

【0027】本発明の他の実施例は、雑音低減の量を変化させるために異なる形態を構成する異なる同調フィルタパラメータ設定値を有する、シグマフィルタといった単一の雑音低減フィルタを使用する。これは、雑音低減フィルタを全く使用しないという選択を含む。雑音制御パラメータは、雑音低減フィルタの形態のうちの1つを選択するために使用される。

【0028】シグマフィルタは、Jong-Sen Leeによる機関誌記事Digital Image Smoothing and the Sigma filte

r, Computer Vision, Graphics, and Image Processing Vol 24, P.255-269, 1983において、処理されたデジタル画像の視覚的な見かけを向上させるための雑音低減フィルタとして記載されている。サンプリングされる局所領域、即ちnが行方向又は列方向に含まれる画素の長さを表わすすると、 $n \times n$ の画素領域に含まれる画素の値は、中心画素、又は関心画素の値と比較される。サンプリングされる局所領域中の各画素には、関心画素の値と局所領域画素値との絶対差に基づいて、1又はゼロの重み係数が与えられる。画素値の差の絶対値が閾値 ϵ 以下であれば、重み係数は1に設定される。定数 ϵ は、予想雑音標準偏差の2倍に設定される。

【0029】数学的には、 p_{ij} はサンプリングされる局所領域に含まれる i, j 番目の画素を表わし、 p_{nn} は第 m 列第 n 行に配置される関心画素の値を表わすとし、 a_{ij} は重み係数を表わすとし、 q_{nn} は雑音が除去された画素を表わすすると、雑音が低減された画素値の計算の式は、

$$q_{nn} = \sum_{ij} a_{ij} p_{ij} / \sum_{ij} a_{ij}$$

及び

$$|p_{ij} - p_{nn}| \leq \epsilon \text{ のとき } a_{ij} = 1$$

$$|p_{ij} - p_{nn}| > \epsilon \text{ のとき } a_{ij} = 0$$

と表わされる。一般的には、中心画素を中心とするその周りの矩形のサンプリング領域が、局所画素値をサンプリングするために変更される添え字 i 及び j と共に使用される。

【0030】 σ_n は中心画素値 p_{nn} において評価されるソース画像の雑音標準偏差を表わすすると、信号依存の雑音特徴は、

$$\epsilon = S_{\text{fac}} \sigma_n (p_{nn})$$

で表わされる ϵ についての式に組み込まれる。パラメータ S_{fac} は、本発明により雑音低減の度合いを変更するために使用されるスケールファクタである。次に、2つの和を割り算することにより、雑音が低減された画素値 q_{nn} が計算される。処理は、デジタル画像チャンネルに含まれる幾つか、又は、全ての画素について、また、デジタル画像中に含まれる幾つか、又は、全てのデジタル画像チャンネルについて完了するまで行われる。雑音が低減された画素値は、雑音が低減されたデジタル画像を構成する。

【0031】図7を参照するに、入力としてデジタル画像を受信するシグマフィルタ28が示される。入力パラメータスケールファクタ S_{fac} 、窓サイズパラメータ、入力としての雑音テーブルは、シグマフィルタ28を異なる形態にセットアップするために使用される。例えば、シグマフィルタを、2.0と3.0のスケールファクタで使用するにより、2つの異なる形態が構成される。シグマフィルタ28は、デジタル画像画素データを処理し、出力上に雑音が低減されたデジタル画像を生成する。

【0032】メディアンフィルタは、デジタル画像中に存在する雑音を低減させるための雑音低減フィルタとして使用されう。メディアンフィルタで生成される雑音が低減された画素値は、一般的には、関心画素を中心とするその周りのサンプリング領域から得られる値の統計的な平均を計算することによって導出される。一般的には、 n が行方向又は列の方向のいずれかの画素の長さを表わす場合に、 $n \times n$ の矩形の窓サイズが選択される。雑音低減の度合いは、窓サイズによって制御される。より大きい窓サイズを用いることにより、デジタル画像からより多くの雑音が除去される。

【0033】[色調スケール調整プロセッサ]図8を参照するに、色調スケール調整プロセッサ22は、複数のルックアップテーブル(LUT)34, 36, 38を含む。色調スケール選択器32は、色調スケールアプリケーション40への入力としてこれらのLUTのうちの1つを選択する。色調スケールアプリケーション40は、デジタル画像を受け入れ、デジタル画像に対してLUTを適用し、それにより色調スケール調整されたデジタル画像が生成される。雑音が低減されたデジタル画像もまたデジタル画像であるため、雑音が低減されたデジタル画像が色調スケール調整プロセッサ22によって受信されれば、出力上に雑音が低減され色調スケールが調整されたデジタル画像が生成される。

【0034】色調スケール調整プロセッサ22に含まれるLUTは、様々な色調スケール量を出力デジタル画像に分け与えるよう設計される。例えば、本発明の望ましい実施例のために選択される3つの色調スケールLUTは、入力デジタル画像のコントラストを変更するよう設計される。コントラストの向上の理想的なレベルは、入力デジタル画像に含まれる雑音の量に依存する。このように、本発明は、雑音制御パラメータを通じて実行される雑音低減の量と色調スケール調整の量を整合させる。

【0035】本発明の望ましい実施例は、デジタル画像の色調スケールを調整するためにLUTを使用する。LUTは、出力値のためのテーブルを、各入力画素値について1つ有する。処理される画素値は、入力画素値を、入力画素値に対応する出力値で置き換えることによって得られる。計算上、LUTはデジタル画像の色調スケールを調整するための最も効率的な方法である。しかしながら、色調スケールの調整が数学的な式で表現されうるのであれば、色調スケール調整は、ソフトウェア論理部において対応する数学的な式を計算することによって行なわれう。

【0036】本発明の望ましい実施例は、1992年7月28日にGoodwinに対して発行された米国特許第5,134,573号に記載される方法から導出されるデジタル画像の色調スケールを調整するLUTを生成する方法を用いる。特に、この特許は、写真フィルムの非線

11

形感光度応答を補償するデジタル画像の色調スケールを調整する方法を記載する。この方法は、任意の非線形画像捕捉装置の色調スケールを調整するために適応される。この方法の数学的な面は、LUTを構築するために使用される。構築方法の説明として、Goodwinは、最適な数学的パラメータは入力デジタル画像に含まれる予想雑音量に依存して変化することを記載している。Goodwinによって記載される方法で生成されるLUTのうちの1つを適用することにより、元々は僅かな光を受けていた画像領域のコントラストが高められたデジタル画像が生ずる。

【0037】Goodwinによる方法では、カラーネガティブ写真フィルム上に捕捉されたデジタル画像の線形感光度応答範囲は、写真フィルムの自然感光度応答を反転させるための数式を用いて構築されたLUTを適用することによって増加されうるとされている。特に、対数露光に対するフィルムの標準的な密度の($D - \log E$)曲線のトウ部(僅かな光を受光する画像領域に対応)とショルダー部(過剰量の光を受光する画像領域に対応)の対比が示される。図9を参照するに、Goodwinの方法では、パラメータ γ は論理上は写真フィルム感光度曲線のトウ部及びショルダー部を生じさせるコントラストの調整を表わし、これは、 $\Delta D1$ は2つの略等しい露光から実際のフィルムに生ずる密度差を表わし、 $\Delta D2$ は同じ2つの露光から線形化されたフィルムに生ずる対応する密度差を表わすとする、

【0038】

【数1】

$$\gamma = \frac{\Delta D2}{\Delta D1}$$

によって表わされる。パラメータ γ は、各密度レベルにおいてデジタル画像に適用されるコントラスト調整値を表わす。しかしながら、 $D - \log E$ 曲線のショルダー部及びトウ部では、勾配がゼロに近づく、 $\Delta D1$ は0に近づき、コントラスト調整値は無制限に増加し、無限大に近づく。これは、処理されるデジタル画像の雑音特性を増幅させ、目障りな雑音を生じさせる。従って、コントラスト調整値は、デジタル画像中に存在する予想雑音に感応性があるように制御される必要がある。許される最大コントラスト調整値は、パラメータ γ_{max} によって指定される。 γ_{max} 以下のコントラスト調整値は、徐々に1へ戻るよう低減される。その場合、A、B、C、Dを最大コントラスト調整値に依存する定数であるとすると、以下の式、

【0039】

【数2】

12

$$\gamma' = \begin{cases} \gamma < \gamma_{max} \text{ のとき } \gamma \\ \gamma \geq \gamma_{max} \text{ のとき } 1 + \frac{A}{B + e^{(C\gamma - D)}} \end{cases}$$

によって表わされる γ' によって、パラメータ γ が置き換えられる。入力デジタル画像中に含まれる予想雑音量は、最適パラメータA、B、C、D及び γ_{max} の選択に影響を与える。

10 【0040】Goodwinの方法は、 γ_{max} を下回るコントラスト調整値についてあまり複雑でない数式を与えることによって本発明により変更されうる。 γ_{max} よりも小さい γ の場合、パラメータKが最小値1.0への関数の収束速度を与える場合、以下の式、

【0041】

【数3】

$$\gamma' = \begin{cases} \gamma < \gamma_{max} \text{ のとき } \gamma \\ \gamma \geq \gamma_{max} \text{ のとき } 1 + \frac{\gamma_{max} - 1}{1 + K \cdot (\gamma - \gamma_{max})^2} \end{cases}$$

によって表わされる簡単な関数的な関係によって与えられる γ' によって、パラメータ γ を置き換える。本発明の望ましい実施例では、Kは0.5に設定される。

【0042】色調スケールLUTのパラメータK及び γ_{max} は、Lee外による米国特許第5,633,511号に記載されるように画素データ中の雑音の自動推定から直接導出されうる。これは、デジタル画像の画素値に基づいてデジタル画像の色調スケールを調整する一例である。

30

【0043】本発明の望ましい実施例は、雑音低減フィルタ方法の選択と、色調スケール調整方法の最適パラメータ値とを整合させる。表1は、雑音制御パラメータと、実行される雑音低減量及び実行される色調スケール調整量を制御する対応するパラメータを示す。特に、雑音制御パラメータ値が1である場合、 11×11 の窓サイズを有するシグマフィルタ雑音フィルタが用いられ、Sfacパラメータは1.25に設定され、 γ_{max} 色調スケールパラメータは4に設定される。雑音制御パラメータ値が2である場合、 11×11 の窓サイズを有するシグマフィルタ雑音フィルタが用いられ、Sfacパラメータは1.5に設定され、 γ_{max} 色調スケールパラメータは6に設定される。雑音制御パラメータ値が3である場合、 3×3 画素の窓サイズを有するメディアンフィルタが用いられ、 γ_{max} 色調スケールパラメータは8に設定される。

【0044】

【表1】

表1：色調スケール調整パラメータ制御の一例

雑音制御パラメータ	雑音低減プロセッサ	色調スケール調整プロセッサ
1	$Sfac = 1.25$	$\gamma_{max} = 4$
2	$Sfac = 1.5$	$\gamma_{max} = 6$
3	3x3 ノイズフィルタ	$\gamma_{max} = 8$

図10は、図8に示される色調スケール調整プロセッサに含まれるLUT34、36、38を表わす色調スケール調整曲線42、44、46の族の一例を示す図である。これらは、0%の補正（直線によって表わされるか、又は、 γ_{max} は1に等しい）から100%の補正（フィルム感光度の制限のない反転）までの範囲である。

【0045】図11は、色調スケール調整LUTが連続色調スケール調整関数発生器48によって構築される本発明の他の実施例を示す図である。この場合、色調スケール調整LUTの離散した予め定義されたインスタンスを与えるのではなく、LUTは雑音制御パラメータに基づいて各処理されたデジタル画像のために発生される。色調スケール調整関数発生器48は、デジタル画像入力に適用されるLUTが予め定義されていないことを除き、本発明の望ましい実施例において色調スケール調整LUTを計算するのと同じ方法を用いる。

【0046】本発明は、スキャナ、デジタル画像を処理するようプログラムされたコンピュータ、及び、サーマルプリンタ又はインクジェットプリンタ等の出力装置といったデジタル画像のソースを含む画像処理システムにおいて実施されることが望ましい。本発明の方法は、本発明の方法の段階を実施するためのコンピュータコードを記憶したコンピュータ読み取り可能な記憶媒体を含むコンピュータプログラム製品として販売される。コンピュータ読み取り可能な記憶媒体は、例えば、磁気ディスク（例えばフロッピー（登録商標）ディスク）又は磁気テープといった磁気記憶媒体、光ディスク又は光テープといった光記憶媒体、バーコード、ランダムアクセスメモリ（RAM）又は読み出し専用メモリ（ROM）といった固体電子記憶装置、又は、コンピュータプログラムを記憶するために使用される任意の他の物理的な装置又は媒体を含む。

【0047】

【発明の効果】本発明によれば、複雑なデータ処理を必要とすることなく、雑音低減と色調スケール調整値との間で最適な均衡が達成されるという利点がある。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明を実施するのに適した画像処理システム*

*を示すブロック図である。

【図2】本発明による画像処理方法を示すブロック図である。

【図3】追加的な処理を含む本発明による画像処理方法を示すブロック図である。

【図4】追加的な処理を含む本発明による画像処理方法を示すブロック図である。

【図5】追加的な処理を含む本発明による画像処理方法を示すブロック図である。

【図6】本発明の雑音低減処理を示すブロック図である。

【図7】本発明の望ましい実施例によって使用されるシグマフィルタの入力及び出力を示すブロック図である。

【図8】本発明の色調スケール調整方法を示すブロック図である。

【図9】望ましい色調スケール調整を示すグラフである。

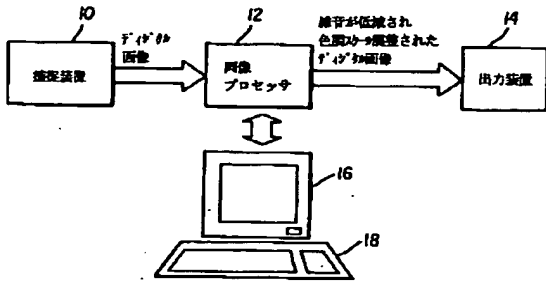
【図10】色調スケール調整値の族を示すグラフである。

【図11】本発明の色調調整方法の他の実施例を示すブロック図である。

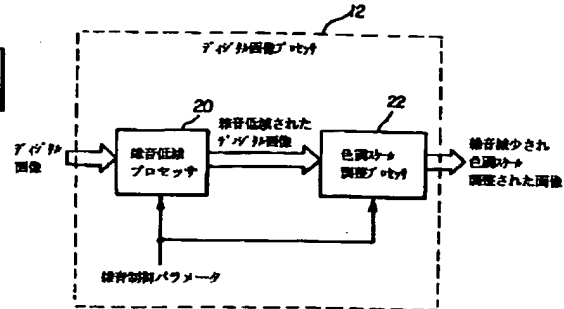
【符号の説明】

- 10 画像捕捉装置
- 12 デジタル画像プロセッサ
- 14 出力装置
- 16 モニタ
- 18 キーボード
- 20 雑音低減プロセッサ
- 22 色調スケール調整プロセッサ
- 26 雑音低減選択器
- 28 シグマフィルタ
- 30 メディアンフィルタ
- 32 色調スケール選択器
- 34 色調スケールLUT
- 36 色調スケールLUT
- 37 色調スケールLUT
- 40 色調スケールアプリケーション
- 48 色調スケール調整関数発生器

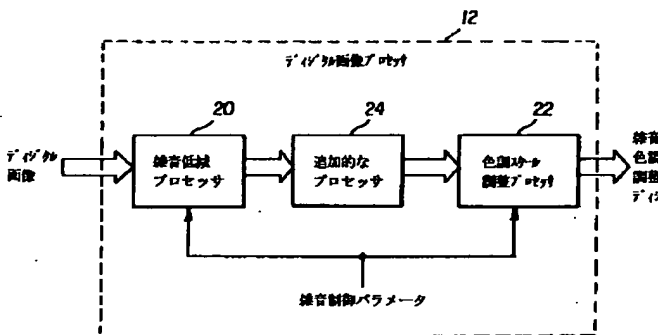
【図1】



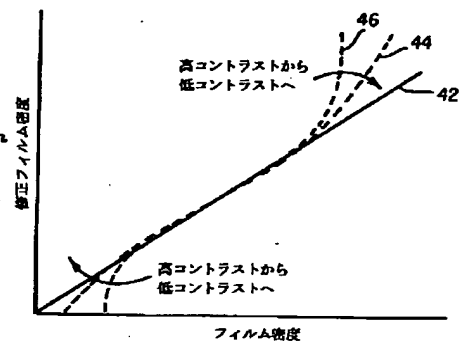
【図2】



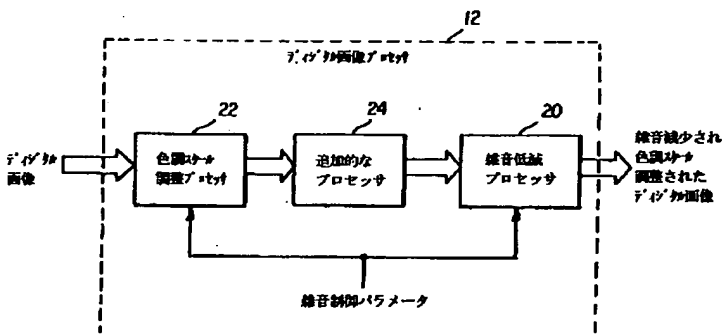
【図3】



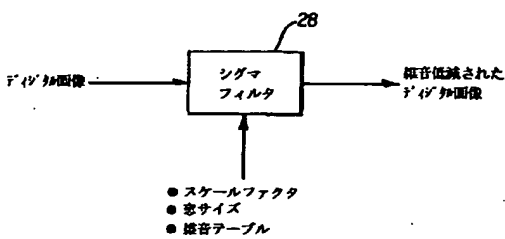
【図10】



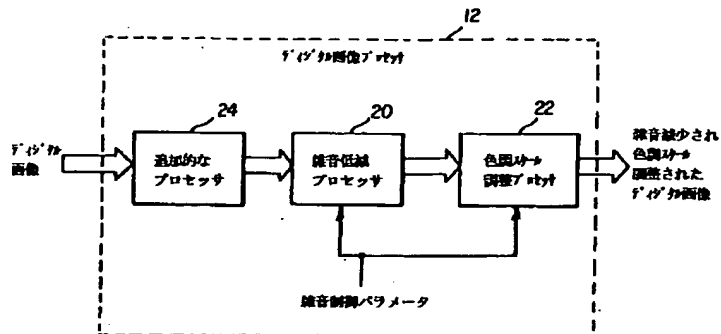
【図4】



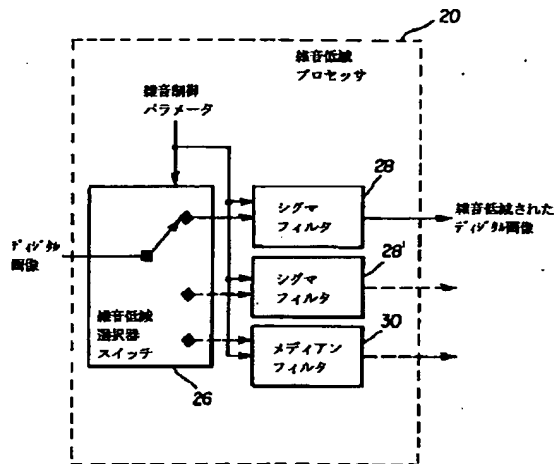
【図7】



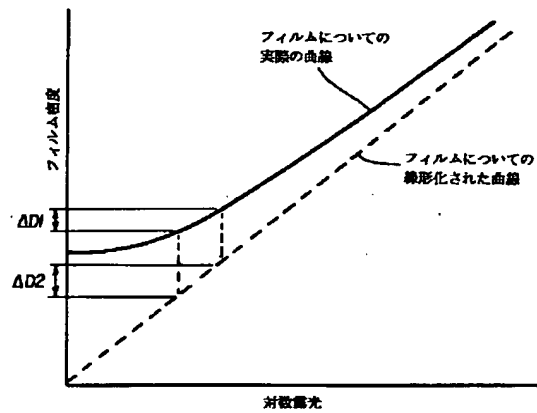
【図5】



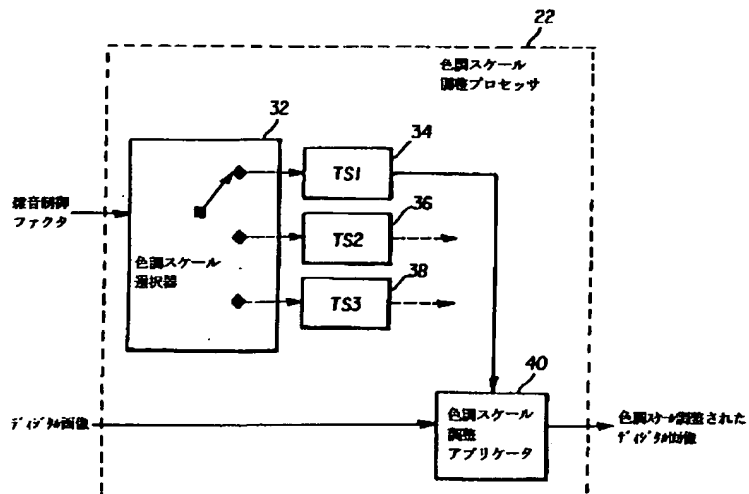
【図6】



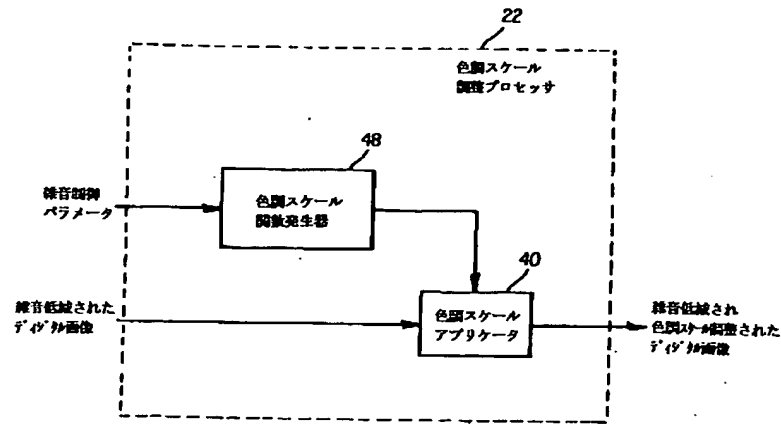
【図9】



【図8】



【図11】



PRIORITY-DATA: 1999461931 (December 15, 1999)

INT-CL (IPC): G06T005/00, H04N001/60, H04N001/409, H04N001/46

ABSTRACT:

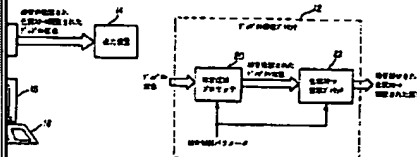
PROBLEM TO BE SOLVED: To provide an arithmetically simple digital image method that simultaneously controls both a noise reduction filter and a color tone scale adjustment algorithm with a single control parameter.

SOLUTION: This method for processing a digital image includes a step in which a noise control parameter is designated, a step in which the noise control parameter for processing the digital image is used to reduce noise in the digital image and a step in which the noise control parameter for processing the digital image is used to adjust the color tone scale of the digital image. ■

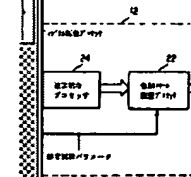
COPYRIGHT: (C)2001,JPO

(9) 特開2001-202509

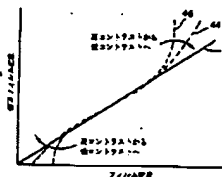
【図2】



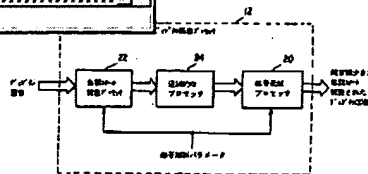
【図3】



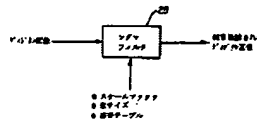
【図4】



【図5】



【図6】



	U	1	Document ID	Issue Date	
37			US 20020118831 A1	20020829	Countera
38			JP 2001202509 A	20010727	DIGITAL PERFOR SCALE A
39			US 6681029 B1	20040120	Decoding

Details Test Image HTML KWIC

100 27 1
100 27 1

With the advent of digital high-definition color television, the television industry has adapted another linear color space referred to as a YUV space, wherein Y corresponds to the genuine luminance value used in the YIQ space and the U and V components lie at approximately 45-degree angles to the I and Q components and closely approximate the red/green and blue/yellow opponent chrominance dimensions of the human visual system. More precisely, the U and V components correspond to (red-luminance) and (blue-luminance) values, respectively.

14 October, 1 December 1980



 Details
  Text
  Image
  HTML
  KWIC

8	US 5781184 A	
9	US 5568192 A	
10	US 5465104 A	
11	US 5233684 A	

Detailed Description Text - DETX (26):

Assuming WBP detector 70 determines that the document being processed contains text having a relatively dark color on a background having a relatively light color, then WBP detector 70 identifies white and black points of the document. In particular WBP detector 70 computes RGB triplets for the white and black points of the recording media. The white point is used to generate a table of L*a*b* values which are compensated for the white of the recording media.

Detailed Description Text - DETX (45):

FIGS. 5B, and 5C show processing performed to compute a document white point and a document black point. In a preferred embodiment, the process is used to compute an RGB triplet for a white point of the scanned document. As shown in step 110, the computation of white and black points optionally begins by generating a low resolution or preview document from a high resolution document. In a preferred embodiment, the low resolution document is generated by a scanning process. The low resolution document may also be provided by downsampling scanned high resolution document.

	U	1	Document ID	Issue Date	
1			US 20020131770 A1	20020919	Color mo
2			US 5956468 A	19990921	Document
3			US 3956578 A	19760511	Facsimile

Sep. 21, 1999

Sheet 4 of 17

5,956,468

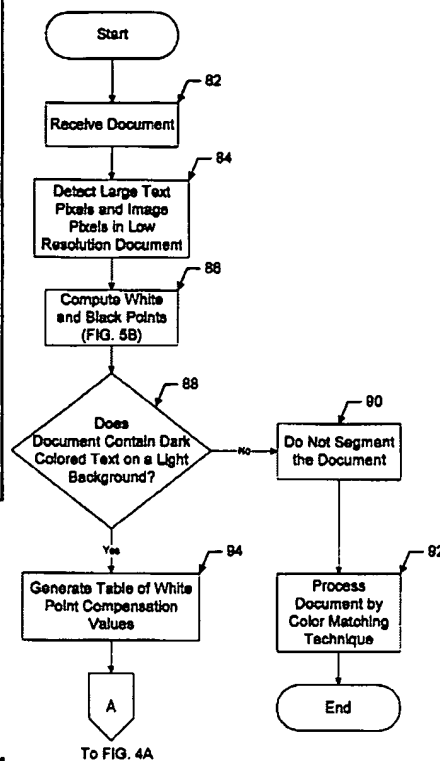


FIG. 4

US-PAT-NO: 4021843

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 4021843 A

TITLE: Color tone control device in color television receiver

----- KWIC -----

Brief Summary Text - BSTX (3):

If the color tone of an image is adjusted by the color saturation control device or the hue control device, all of the colors are changed. Therefore, in this method, it is impossible to emphasize a particular color, for instance red only, according to a viewer's taste and image viewing conditions.

 (11) 4,021,843
 (A2) May 3, 1977

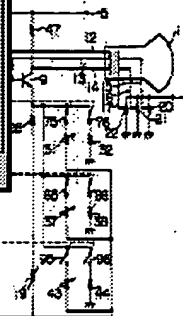
 1. 1977X 1977X 1977X 1977X
 2. 1977X 1977X 1977X 1977X
 3. 1977X 1977X 1977X 1977X
 4. 1977X 1977X 1977X 1977X

 Examiner—John C. Martin
 Agent, w/ F.R.—Chas. & Assoc.

ABSTRACT

Red and green color difference signals are input to the bases of first, second and third transistors of the tri-color signal of red, blue and green. Reference signal is introduced to the emitter of each transistor through a parallel circuit of two resistors of the resistors in each parallel circuit is connected to ground. The resistors are connected so that the overall operation of the circuit is to the emitter of the first transistor is connected to the emitter of the second and third transistors. By operating the color saturation degree of the first transistor red and simultaneously the amplification degree of the second and third transistors are decreased, thereby all colors with red component can be with no change in luminance.

7 Claims, 4 Drawing Figures



Details Text Image HTML KWIC

51 US 4806986 A

52 US 4806980 A

53 US 4021843 A

54 US 3972067 A

(3) The reference color tone such as saturation or hue indicative of the color cannot be accurately controlled.

THE UNITED STATES OF AMERICA


Total Numbers: 5,617,123
 Date of Patent: Apr. 1, 1997

[illegible]

DESIGN PATENT DOCUMENTS
 1974 BY THE PAT. CO.
 Joseph W. Kintz
 of New York, N.Y.

[illegible]

of Cables, 44 Dumbbells, 2000


 TO LASERON PORT 0-1
 TO LASERON PORT 0-2
 TO LASERON PORT 0-3
 TO LASERON PORT 0-4

STAT 200A: 3-20-2020

33	US 5867169 A
34	US 5724443 A
35	US 5617123 A
36	US 5615281 A

US-PAT-NO: 6633410

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6633410 B1

TITLE: Printer for printing visually equivalent images relative to displayed images

----- KWIC -----

Detailed Description Text - DETX (186):

The image data now in the form of CMY image data are then input to the color correcting section 99. The color correcting section 99 corrects the color tone (hue and saturation in particular) produced by the image printing section 3 because the spectral absorption characteristics of the each of the CMY inks or toners differs from the ideal characteristics obtained by subtractive mixture of color stimuli.



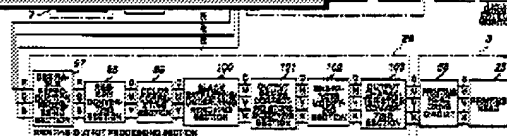
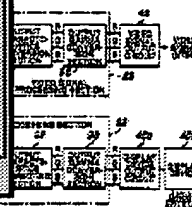
Patent No.: US 6633410 B1
Date of Patent: Oct. 14, 2003

ABSTRACT
The quality of an image displayed on a screen and that of an image printed by the printer are compared relative to each other. It is determined if pixel values of the first digital image data input to the image printing section 3 are within a predetermined range. If a pixel value is within the predetermined range, a predetermined color correction is performed. If a pixel value is not within the predetermined range, a predetermined color correction is performed. The color correction is performed on the pixel data value so that the pixel data value is within the predetermined range and the color correction is performed on the pixel data value so that the pixel data value is within the predetermined range.

ABSTRACT
The quality of an image displayed on a screen and that of an image printed by the printer are compared relative to each other. It is determined if pixel values of the first digital image data input to the image printing section 3 are within a predetermined range. If a pixel value is within the predetermined range, a predetermined color correction is performed. If a pixel value is not within the predetermined range, a predetermined color correction is performed. The color correction is performed on the pixel data value so that the pixel data value is within the predetermined range and the color correction is performed on the pixel data value so that the pixel data value is within the predetermined range.

ABSTRACT
The quality of an image displayed on a screen and that of an image printed by the printer are compared relative to each other. It is determined if pixel values of the first digital image data input to the image printing section 3 are within a predetermined range. If a pixel value is within the predetermined range, a predetermined color correction is performed. If a pixel value is not within the predetermined range, a predetermined color correction is performed. The color correction is performed on the pixel data value so that the pixel data value is within the predetermined range and the color correction is performed on the pixel data value so that the pixel data value is within the predetermined range.

11 Claims, 19 Drawing Sheets



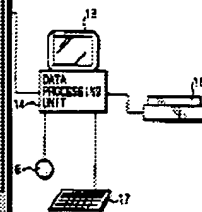
19 US 6664973 B1

20 US 6661425 B1

21 US 6633410 B1

22 US 6618045 B1

29	US 6084610 A
----	--------------



(23) In steps 50-56, a maximum saturation value at the highest tone level (255) is determined for the image and is used to reduce a predefined modifier factor. The predefined modifier factor is an empirically derived value used to determine how many extreme pixels can be considered noise. The predefined modifier factor acts as a base percentage by which the dynamic range of the tone levels will be modified. While any predefined modifier factor may be used, e.g., 0.05 to 0.001, a predefined modifier factor equal to 0.005 has empirically been found to be adequate.

(24) Steps 51-53 are used to determine the maximum saturation value by comparing each RGB channel histogram at the highest tone level (hist_color[255]) to find the histogram with the largest value. The highest tone level (255) is used, as opposed to the lowest tone level (0) because it has been found empirically that a large number of low tone values (implying undersaturation) does not adversely affect the output of the contrast enhancement process, and thus, the predefined modifier factor need not account for such values.

(25) The predefined modifier factor is then modified based on the maximum saturation value as shown in steps 54-56. The maximum saturation value is subtracted from the predefined modifier factor which is then divided by the number of pixels in the image to generate a modified stretch factor (stretch_factor_mod).

(26) In step 58 it is determined if the image is saturated at either the high or low tone levels, e.g., 255 and 0, respectively, in any of the RGB channels.

EAST Advanced Find

Find what: noise

Area: ☒ All ☐ Sel/Cut

Direction: ☐ Up ☒ Down

Match word: ☐ Whole ☐ Left ☐ Part ☐ Right

Look in: ☐ Grid ☒ Documents

☐ Match case

Find Next

Cancel

using I

tone level are changed more dramatically I

level

ates Patent

(10) Patent No.: US 6,393,148 B1
(45) Date of Patent: May 21, 2002

ANCEMENT OF AN IMAGE CE AND RGB ETRICS

Shankar, Portland, OR (US)
Pekard Company, Palo Alto,

OTHER PUBLICATIONS

Handbook of Image and Video Processing p. 25, 25831 by
toosa, 1992.
Vicent Caselles, et al., "Shaping Preserving Local Histo-
gram Modification", IEEE Transactions on Image Process-
ing, vol. 8, Feb. 1999, pp. 220-230.

* cited by examiner

to any disclaimer, the term of this
extended or adjusted under 35
54(b) by 0 days.

67

1999

G06K 9/00
382/169, 382/166
382/169, 166,
382/254, 277, 279

nces Chid

T DOCUMENTS

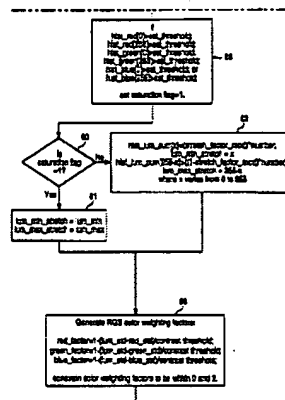
0 Nakamura 382/164
0 Whalen 382/271
0 Higgins-Lindgren 382/169
0 Inou 358/208

Primary Examiner—Jocelyn Grant, II

(57) ABSTRACT

An automatic contrast enhancement method improves the quality of an image by increasing the dynamic range of the tone levels in an image without causing an undesirable bias shift. An overall stretch factor that stretches the dynamic range of all the colors is generated based on the standard deviation of the tone levels for the overall luminance of the image. A color weighting factor is used to individually control the amount that each color is stretched. The color weighting factor is based on the difference between the standard deviation of the tone levels for the overall luminance of the image and the standard deviation of the tone levels for each color. An anchor factor is used to preserve the mean tone level for each color while the tone levels far from the mean tone level are changed more dramatically than the tone levels close to the mean tone level, which minimizes bias shifts while maintaining contrast enhancement.

17 Claims, 6 Drawing Sheets



—— KWIC ——

Brief Summary Text - BSTX (27):

In a fourth aspect of the present invention, there is provided an image sensing apparatus having a tone-control function and including sensing means for receiving a light signal, performing a photoelectric conversion and storing information, and control means for changing an amount of the electric charge storable by the sensing means, wherein, during a unit light-storage interval that is for forming one picture, the control means performs control so as to change the storable amount of the electric charge, the mu-factor of a color signal being changed in association with the change in the storable amount of the electric charge.

Brief Summary Text - BSTX (28):

By virtue of the foregoing arrangement, the image sensing apparatus having the tone control function of the present invention is such that when a high-luminance color signal overflows by exceeding the storable amount of the electric charge (which overflow accompanies a change in the storable amount of the electric charge), the mu-factor of the color signal is reduced to prevent the occurrence of a false color signal.

Details Text Image HTML KWIC

	U	1	Document ID	Issue Date	
1			US 6437825 B1	20020820	Image proc which merge
2			US 5406391 A	19950411	Image sens
3			US 5295001 A	19940315	Image sens

Takahashi

[45] Date of Patent: Apr. 11, 1995

[54] IMAGE SENSING APPARATUS HAVING TONE CONTROL FUNCTION

[75] Inventor: Koji Takahashi, Yokohama, Japan

[73] Assignee: Canon Kabushiki Kaisha, Tokyo, Japan

[21] Appl. No.: 203,390

[22] Filed: Mar. 4, 1994

Related U.S. Application Data

[62] Division of Ser. No. 783,354, Oct. 22, 1991, Pat. No. 5,295,001.

[51] Int. Cl.⁴ H04N 1/04

[52] U.S. Cl. 358/482; 358/520;

348/241; 250/214 B

[58] Field of Search 358/474, 482, 483, 446,

358/443, 513, 514, 516, 520; 250/200, 201.1,

214 AL, 214 B, 204, 206; 348/241, 230, 314,

362

[56] References Cited

U.S. PATENT DOCUMENTS

3,913,713 4/1976 Levine 250/330
4,479,062 10/1984 Kawasaki et al. 358/213.19

4,594,611 4/1986 Katahira 312/213
4,626,915 12/1986 Takami 358/213
4,635,126 1/1987 Katahira 358/213.19
4,701,626 10/1987 Ishizaki et al. 358/213.19
4,901,152 2/1990 Honda et al. 358/209

FOREIGN PATENT DOCUMENTS

61-274473 12/1986 Japan HDAN 5/335

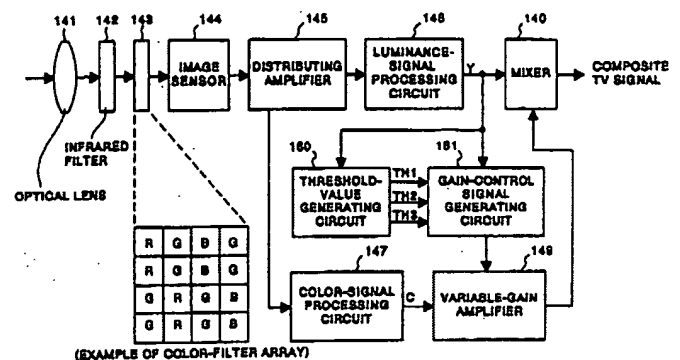
Primary Examiner—Stephen Britzich

Assistant Examiner—Jerome Grant, II
Attorney, Agent, or Firm—Fitzpatrick, Cella, Harper & Scinto

[57] ABSTRACT

An image sensing apparatus includes a sensing device for receiving a light signal, performing a photoelectric conversion and storing information, and a control device for changing the saturation level of the electric charge storable by the sensing device. The saturation level of the electric charge is changed by the control device so as to be comparatively small in an earlier part of a unit-light storage interval which forms one picture, and larger in a latter part of the interval.

11 Claims, 32 Drawing Sheets



30 is then applied to an inverse scaling function applicator 54, which generates a processed-value u' in the system image space by using the inverse function $s^{-1}(x)$ provided by the inverse scaling function generator 34.

Detailed Description Text - DETX (48):

For example, in an alternative embodiment that, e.g., accounts for noise in flat regions in the image, the slope of the local tone scale may be adjusted so as to depend upon the difference between the maximum and minimum pixel values in any given region. Referring to the broken line 70 in FIG. 4 connecting the output of the local statistics determiner 10 with the tone scale function generator 64, note that the tone scale generator 64 may in these utilize the output of the local statistics determiner 10 in generating the tone scale function $f(x)$. The characteristic shape of the local tone scale curve shape $f(x)$ may be modified by the local statistics determined by the local statistics determiner 10. For example, in an effort to modify regions of the image containing large edges more than noisy image regions, the γ of the $g(u)$ function may be forced to be greater in regions containing large edges than noise image regions. The γ of the curve shape $f(x)$ may be determined by the following relationship:

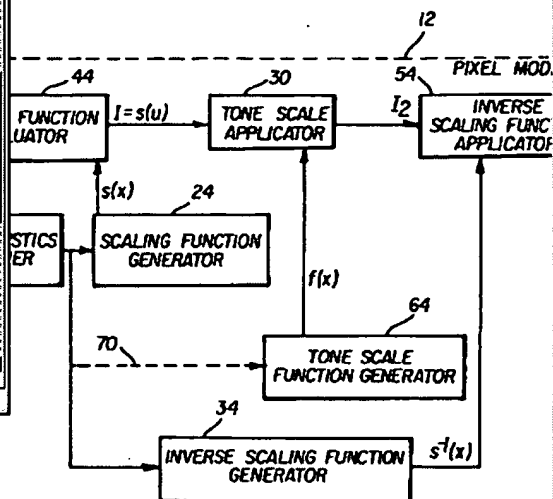


FIG. 4

	U	1	Document ID	Issue Date	
17			US 20020110376 A1	20020815	Method a for proce
18			US 6714688 B1	20040330	Method a interpolat
19			US 5323247 A	19940621	Method a transmiss

KWIC

Abstract Text - ABTX (1):

A method of automatically adjusting the tone scale adjustment for digital radiographic images. The method includes the steps of providing an input digital radiographic image; estimating the image noise as a function of code value of the image; determining the range of code values in the input image; determining which way the input image should be processed; determining a bounding box which contains the region of interest of the input image; computing the image activity histogram of the input image; determining four points from the image activity histogram; constructing the tone-scale curve for the input image; and mapping the input image through the tone-scale curve to produce an output image with good tone scale.

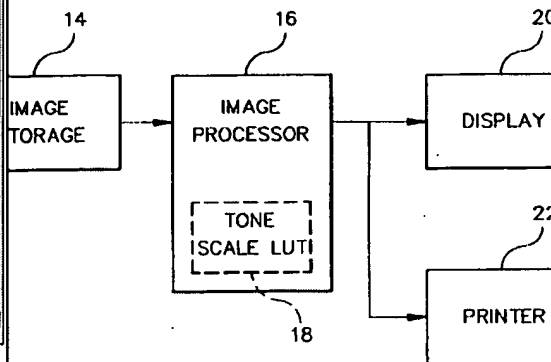


FIG. 16

	U	1	Document ID	Issue Date	
1			US 5633511 A	20030918	Automatic estimates range of image code points on
2			US 5633511 A	19970527	Automatic
3			US 20040081363 A1	20040429	Enhancing using sele

weighting, apparatus, and program for digital image processing

— KWIC —

Detailed Description Text - DETX (27):

where $\sigma_{p.o.}$ represents the noise standard deviation of the source image pixels evaluated at the pixel of interest value $p_{sub.o}$. The parameter S_{fac} is a scale factor that can be used to vary the degree of noise reduction. The optimum value for S_{fac} is somewhat a matter of view preference but good algorithm performance may be achieved with S_{fac} values in the range of 2.0 to 4.0. The implementation $\sigma_{sub.n}$ is in the form of a look-up-table (LUT) of standard deviation values that are precomputed for the intended source of imagery. For color digital imaging applications a separate noise table $\sigma_{sub.n}$ values is used—one for each digital image channel corresponding to each color of the color digital image.

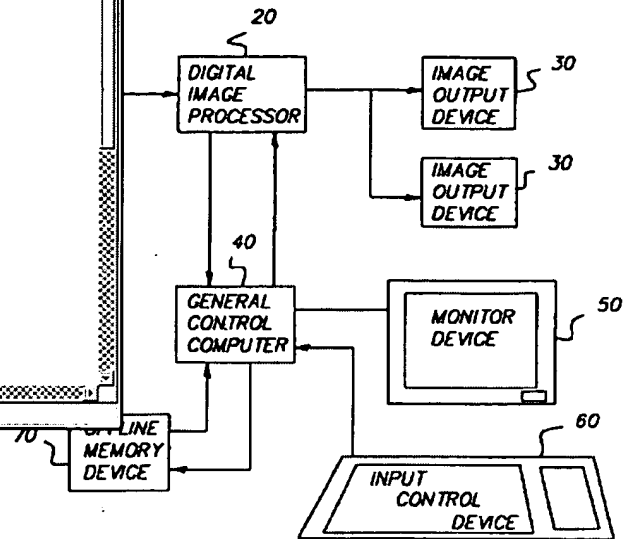
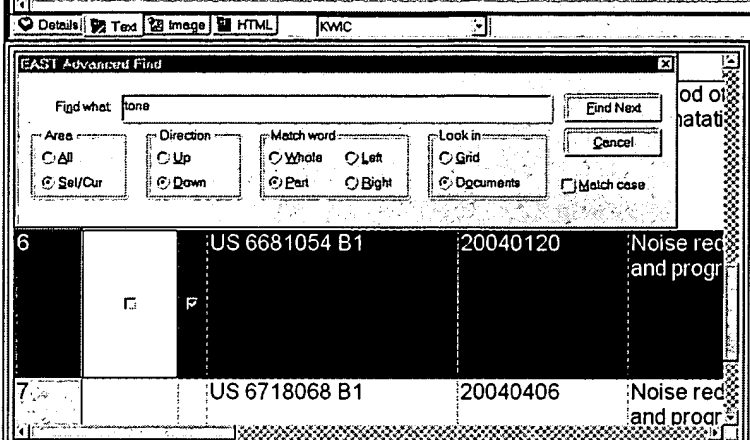


FIG. 2

preference guidelines

KWIC

Detail Description Paragraph - DETX (27):

[0053] In a first embodiment, as shown in FIG. 6A, the shift parameter β is calculated based on the mean L^* value. In this embodiment, the current mean L^* value calculated by the image statistics processor is sent to the tone curve parameter calculation logic (shown in FIG. 1) (step 600). The desired mean L^* value is pre-selected by the user or the manufacturer and stored within a memory (not shown) accessible to or within the tone curve parameter calculation logic (step 610). Under some circumstances, however, this pre-selected desired mean L^* value may be adjusted based on additional information about the image being processed. For example, if the content of the image is known to the image processor to be predominantly black objects, then the desired L^* value can be adjusted to be lower than 50, to avoid over-brightening the image. Or, if the image data is known to have a high level of noise, the desired L^* value can be biased to be closer to the original image mean L^* value, to avoid amplification of the noise through tone mapping.



US 20020171852A1

Publication Publication (10) Pub. No.: US 2002/0171852 A1
(43) Pub. Date: Nov. 21, 2002

METHOD FOR DIGITAL TONE MAPPING USING AN S-GAMMA FUNCTION BASED ON PREFERENCE GUIDELINES

(37) ABSTRACT

Zhang, Mountain View, CA
Robert W. Jones, Corvallis, OR
Bask Baskervell, San Jose, CA
Donald M. Ruck, Corvallis, OR

Class: H04N 1/40; G06F 1/00; G06F 3/00
Int. Cl. H04N 1/40; G06F 1/00; G06F 3/00

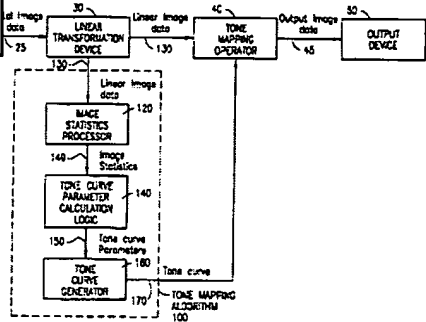
2002-0043 (US)
2002-0043 (US)

G06F 1/00; H04N 1/40; H04N 3/00; G06F 3/00; G06F 1/00; G06F 3/00; G06F 1/00; G06F 3/00; G06F 1/00; G06F 3/00

An adaptive image tone mapping curve based on perceptual preference guidelines is generated as a sigmoidal function, to which the sigmoidal function parameters (slope and shift) are determined by original image statistics. These curves are generated for different images each have a smooth sigmoidal shape, so that the tone mapping process does not change the image histogram shape drastically. The sigmoidal function has the form:

$$R(x) = \frac{100}{1 + \exp(-\alpha(x - \beta))}$$

where α is the slope parameter and β is the shift parameter. The input value x is the sigmoidal function value in the range [0, 100] because the tone curve is generated on an L^* scale, which has values from 0 to 100. The sigmoidal tone curve calculation can be implemented efficiently using simple arithmetic operations by pre-calculating and storing various factors used in the calculation of α and β and by pre-generating a pair of fixed tone curves with two extreme slopes and interpolating between the curves.



	U	1	Document ID	Issue Date	
17			US 20030095197 A1	20030522	System a defects b
18			US 20020171852 A1	20021121	System a adaptive guidelines
19			US 20010031011 A1	20011018	Tone ord

conventional photographic film camera for capturing a scene on color negative or reversal film, and a photographic film scanner for scanning the developed image on the film and producing a digital image. Although the term scanner refers to digital imaging devices that physically scan or move a sensing element past a photographic film sample, the present invention also includes photographic film scanners and print scanners that employ a stationary imaging sensing device to generate a digital image. The digital image processor 20 receives a set of digital images, processes these digital images to produce an enhanced digital image for one or more digital image in preparation for the intended output device or media. The digital image processor 20 analyzes noise characteristics of the set of digital images and modifies the spatial characteristics of these digital images by employing a noise reduction filter and a spatial sharpening filter. In addition, the digital image processor 20 may process the set of digital images to make adjustments for color, density, and **tone scale** in a manner such that a pleasing looking image is produced. The image output device 30a. Those skilled in the art will recognize that the present invention is not limited to just these mentioned image processing modules. Multiple image output devices 30a and 30b are shown illustrating the present invention may be used in conjunction with a variety of output devices which may include a digital photographic printer and soft copy display. The present invention uses a digital photographic printer to make a print of the enhanced digital images to make photographic prints.

Details | Text | Image | HTML | FULL

EAST Advanced Find

Find what: tone

Find Next

Cancel

Area

C/All

C/Sel/Cur

Direction

C/Up

C/Down

Match word

C/Whole

C/Part

C/Left

C/Right

Look in

C/Grid

C/Documents

Match case

5		US 20030095716 A1	20030522	Method of estimation
6		US 6681054 B1	20040120	Noise reduction and processing



US 20020126910A1

(15) United States

(12) Patent Application Publication
Gladie et al.(10) Pub. No.: US 2002/0126910 A1
(45) Pub. Date: Sep. 12, 2002(54) METHOD OF CALCULATING NOISE FROM
MULTIPLE DIGITAL IMAGES UTILIZING
COMMON NOISE CHARACTERISTICS

Publication Classification

(51) Int. Cl.⁷ G06T 5/00; G06K 9/40;
G06T 5/50; G06T 5/40
(52) U.S. Cl. 382/254; 382/102; 382/168;
382/241; 382/228; 382/275(75) Inventors: Edward B. Gladie, Rochester, NY
(US); David Serrano, Rochester, NY
(US); Andrew Gallagher, Brockport,
NY (US); Robert T. Gray, Rochester,
NY (US)Correspondence Address:
Patent Legal Staff
Eastman Kodak Company
343 State Street
Rochester, NY 14650-2201 (US)

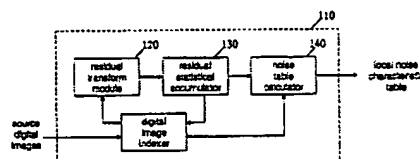
(73) Assignee: Eastman Kodak Company

(21) Appl. No.: 09/753,087

(22) Filed: Jan. 2, 2001

(57) ABSTRACT

A method of enhancing one or more digital images from a plurality of digital images that are believed to be affected by a common noise source includes receiving two or more source digital images that are believed to be affected by a common noise source; using the pixels of the received source digital images to calculate a noise characteristic value that relates to the noise present in the received source digital images; and using the noise characteristic value and the received source digital images to respectively calculate enhanced digital images for the one or more of the received source digital images.



images. The time required to perform these operations may in some cases be the rate limiting step in automated high speed printing operations. If the redeye defect location and correction processes are applied to every image in a customer order, even though only a portion of those images actually contain the defect, productivity and profit may be reduced. In addition, if computational time is spent searching for redeye defects in every image, other beneficial image processing operations such as tone scale mapping, digital noise reduction and sharpening may not be possible in the time interval allocated for each image. It is therefore desirable to be able to predict when redeye will occur, and to invoke the redeye location and correction processes only when needed.

Detail Description Paragraph - DETX (33):

[0076] where .sigma..sub.n represents the noise standard deviation of the source image evaluated at the center pixel value p.sub.mn. The parameter Sf_{ac} is termed a scale factor can be used to vary the degree of noise reduction. The calculation of the noise reduced pixel value q.sub.mn as the division of the two sums is then calculated. The process is completed for some or all of the pixels contained in the digital image channel and for some or all the digital image channels contained in the digital image. The noise reduced pixel values constitute the noise reduced digital image.



tes
Publication Publication (10) Pub. No.: US 2003/0095197 A1
 (43) Pub. Date: May 22, 2003

**METHOD FOR DECIDING
 IMAGE-SPECIFIC
 ON CAMERA, SCENE,
 BIOGRAPHIC DATA**

(52) U.S. Cl. — 348/241; 382/275; 348/211.5;
 348/231.4; 396/156; 348/222.1

(57) **ABSTRACT**

B. Wheeler, Webster, NY
 Ken W. Kellan, Rochester, NY

Issue:

Company:

50-2201 (U.S.)

o Kodak Company

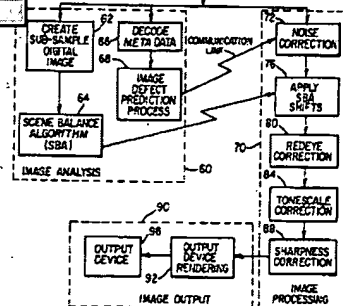
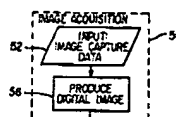
597,013

20, 2001

in Classification

— H04N 5/217; G06K 9/40;
 G03B 15/03

A captured image is processed with one or more correction processes selected from a plurality of such processes, each associated with correction of a specific type of image defect, in order to improve the appearance of a viewed image generated from the captured image. Preliminary to the image processing, meta data related to image capture is obtained that is unique to each captured image, where the meta data is capable of indicating whether the specific types of image defects are likely to be present in the viewed image generated from the captured image. The processing then involves predicting the presence of the image defects based at least in part on the meta data, thereby generating process application criteria which indicate a level of image defects that if left uncorrected would reduce the perceived quality of the viewed image; selecting one or more correction processes to employ on the captured image based on the process application criteria; and applying the one or more selected correction processes to the captured image to generate the viewed image.



	U	1	Document ID	Issue Date	
1			US 20030095197 A1	20030522	System and defects bas

manner of serial data streams.

Detail Description Paragraph - DETX (107):

[0158] The first scaler 208 multiplies the two 8-bit words at its inputs (scale factor and noise) to produce—for each sample of the system input signal—a 16-bit output word. Since the noise signal has a zero mean value, the output of the first scaler likewise has a zero mean value.

Detail Description Paragraph - DETX (113):

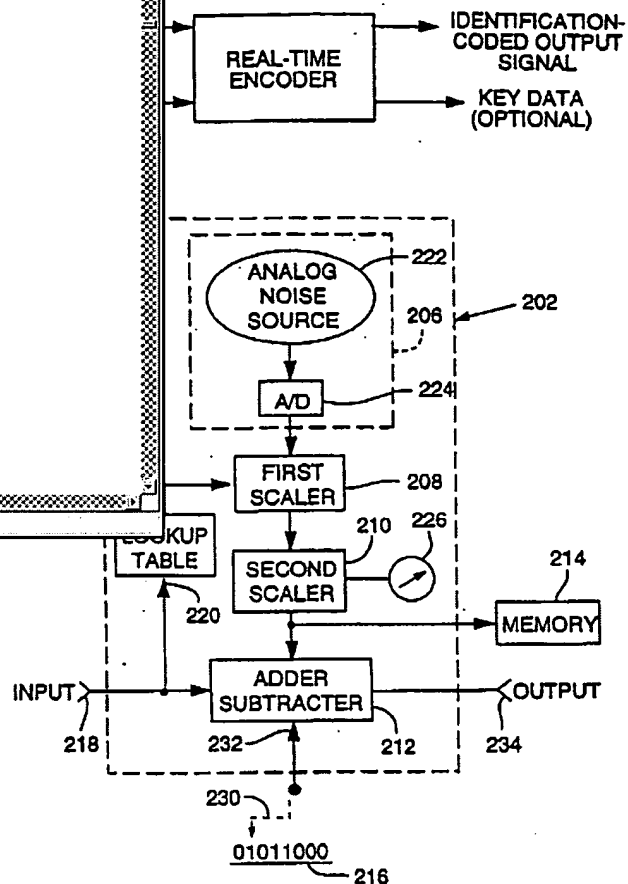
[0164] It will be recognized that the encoded signal can be distributed in well known ways, including converted to printed image form, stored on magnetic media (floppy diskette, analog or DAT tape, etc.), CD-ROM, etc. etc.

Detail Description Paragraph - DETX (153):

[0204] (The parenthetical reference to zero as a scaling factor alludes to cases, e.g., in which the source signal is temporally or spatially devoid of information content. In an image, for example, a region characterized by several contiguous sample values of zero may correspond to a jet black region of the frame. A scaling value of zero may be appropriate here since there is essentially no image data to be pirated.)

Details | Text | Image | HTML | KWC

	U	1	Document ID	Issue Date	
2			US 6671068 B1	20031230	Adaptive perceptio
3			US 5548574 A	19960820	Apparatu: with two d
4			US 20030091189 A1	20030515	Arrangen



KWIC

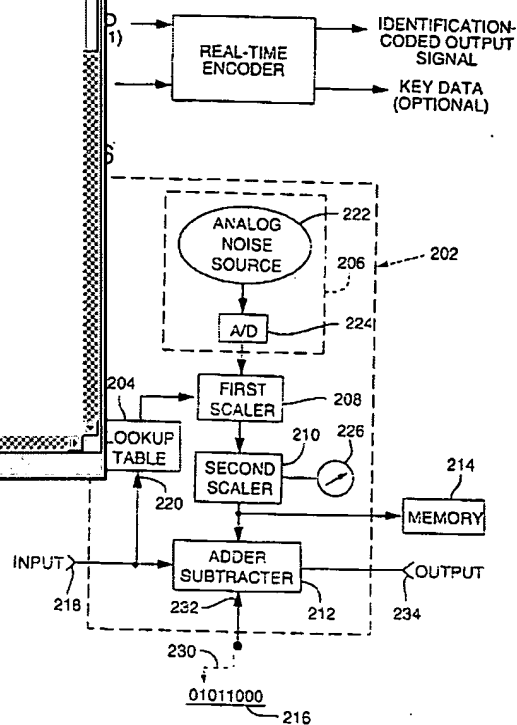
Detail Description Paragraph - DETX (108):

[0167] The first scaler 208 multiplies the two 8-bit words at its inputs (scale factor and noise) to produce—for each sample of the system input signal—a 16-bit output word. Since the noise signal has a zero mean value, the output of the first scaler likewise has a zero mean value.

Detail Description Paragraph - DETX (360):

[0418] As in previous embodiments, this embedding is carried out so that the added address information does not affect the core value of the object so far as the creator and audience are concerned. As a consequence of such embedding, only one class of data objects is present rather than the two classes (data object and discrete header file) that are attendant with traditional WWW links. The advantages of reducing a hot-linked data object to a single class were mentioned above, and are elaborated upon below. In one embodiment of the technology, the World Wide Web is used as a pre-existing hot link based network. The common apparatus of this system is networked computers and

Publication Aug. 29, 2002 Sheet 4 of 34 US 2002/0118831 A1



	U	1	Document ID	Issue Date	Computer
13			US 6122403 A	20000919	Computer
14			US 20020118831 A1	20020829	Counter
15			US 6700990 B1	20040302	Digital wa

camera for capturing a scene on color negative or reversal film, and a film scanner device for scanning the developed image on the film and producing a digital image. The digital image processor 20 provides the means for processing the digital images to produce pleasing looking images on the intended output device or media. Multiple image output devices 30 are shown illustrating that the present invention may be used in conjunction with a variety of output devices which may include a digital photographic printer and soft copy display. The digital image processor processes the digital image to adjust the overall brightness, tone scale, image structure etc. of the digital image in a manner such that a pleasing looking image is produced by an image output device 30. Those skilled in the art will recognize that the present invention is not limited to just these mentioned image processing modules.

Detailed Description Text - DETX (9):

The digital image processor 20 shown in FIG. 2 is illustrated in more detail in FIG. 3. The general form of the digital image processor 20 employed by the present invention is a cascaded chain of image processing modules. The source digital image is received by the digital image processor 20 which produces on output a processed digital image. Each image processing module contained within the digital image processor 20 receives a source digital image, modifies the source digital image, produces a processed digital image and passes the processed digital image to the next image processing module. Two enhancement

ates Patent

(10) Patent No.: US 6,718,068 B1
(45) Date of Patent: Apr. 6, 2004

ON METHOD UTILIZING EIGHTING, APPARATUS, FOR DIGITAL IMAGE

B. Ghadei, Rochester, NY
Leo Loo, Pinfield, NY (US)

Kodak Company, Rochester,
NY

to any disclaimer, the term of this
extended or adjusted under 35
54(b) by 0 days.

42

2000

CLASS. 382/254; 382/260; 382/275
382/266, 264,
382/260-264, 272, 172

ences Cited

T DOCUMENTS

7 Kogita et al. 382/275
7 Florent et al. 378/98
8 Anderson et al. 382/251
9 Snyder et al. 382/272
9 Reuman 382/275
10 Keyes et al. 382/266

OTHER PUBLICATIONS

J.-S. Lee, "Digital Image Smoothing and the Sigma Filter,"
Computer Vision, Graphics, and Image Processing 24,
1983, pp. 233-265.
Anco et al., "Theoretical Analysis of the Max-Median Filter,"
IEEE Transactions on Acoustics, Speech, and Signal Pro-
cessing, vol. ASSP-35, No. 1, Jan. 1987, pp. 60-69.
Nagar et al., "Edge Preserving Smoothing," Computer
Graphics and Image Processing 9, 1979, pp. 394-401.

* cited by examiner

Primary Examiner—Leo Bondreau
Assistant Examiner—Dey M. Dang
(74) Attorney, Agent, or Firm—Thomas H. Close

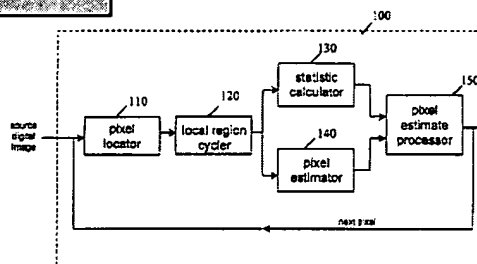
(57)

ABSTRACT

A method of processing a digital image channel to remove
noise, includes the steps of: identifying a pixel of interest;
identifying at least two sampled local regions of pixels
which include the pixel of interest; calculating a noise free
pixel estimate for each sampled local region of pixels;
calculating a statistical weighting factor for each sampled
local region, the calculation of the statistical weighting
factor being independent of the calculation of the noise free
pixel estimate; and using the noise free pixel estimate and
the statistical weighting factors to calculate a noise reduced
pixel value.

21 Claims, 4 Drawing Sheets

(noise reduction module)



120

	U	Document ID	Issue Date	
59	<input type="checkbox"/>	US 6718068 B1	20040406	Noise red and progr
60	<input type="checkbox"/>	US 5822436 A	19981013	Photogra informati
61	<input type="checkbox"/>	US 4712010 A	19871208	Radiator

KWIC

Dec. 28, 1993

Sheet 6 of 7

5,274,473

Detailed Description Text - DETX (16):

Although a simple thresholding of noise has been described in connection with FIG. 6 as applicable to item 52 of FIG. 5, it is also possible to make the noise input to the summer 55 a function of the magnitude of the image pixel value, as illustrated in FIG. 8. In this case, the image pixel data is used to access an appropriate entry from a look-up table constituting the mask function 82. The mask function is thus a table of scale factors, and the accessed scale factor from the look-up table 82 is multiplied by multiplier 81 with the noise value from look-up table 54 to produce noise that is scaled in accordance with the fixed brightness. This approach can reduce artifacts caused by noise in highlight and shadow regions of the image. A dashed line from screening tile 53 indicates that the mask function 82 may also be made a function of the magnitude of the screen density value. The function can be the simple masking as described in connection with FIG. 6 and item 52 of FIG. 5, or it may be a look-up table as just described in connection with the image data input to the mask function 82.

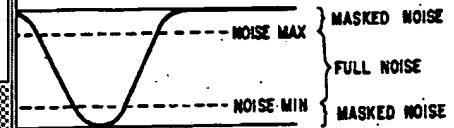


FIG. 6

0
+1
-1
+2
-2
-3

FIG. 7

	U	1	Document ID	Issue Date	
61.			US 4712010 A	19871208	Radiator
62			US 5274473 A	19931228	Rapid var
63			US 20020176353 A1	20021128	Scalable

Detailed Description Text - DETX (16):

Although a simple thresholding of noise has been described in connection with FIG. 6 as applicable to item 52 of FIG. 5, it is also possible to make the noise input to the summer 55 a function of the magnitude of the image pixel value, as illustrated in FIG. 8. In this case, the image pixel data is used to access an appropriate entry from a look-up table constituting the mask function 82. The mask function is thus a table of scale factors, and the accessed scale factor from the look-up table 82 is multiplied by multiplier 81 with the noise value from look-up table 54 to produce noise that is scaled in accordance with the fixed brightness. This approach can reduce artifacts caused by noise in highlight and shadow regions of the image. A dashed line from screening tile 53 indicates that the mask function 82 may also be made a function of the magnitude of the screen density value. The function can be the simple masking as described in connection with FIG. 6 and item 52 of FIG. 5, or it may be a look-up table as just described in connection with the image data input to the mask function 82.

Other Reference Publication - OREF (3):

P. G. Roetting, "Binary Approximation of Continuous Tone Images", Photographic Science and Engineering, Apr. 1977, vol. 21, No. 2, pp. 60-65.

Details Text Image HTML KWIC

	U	1	Document ID	Issue Date	
62			US 5274473 A	19931228	Rapid var
63			US 20020176353 A1	20021128	Scalable
64			US 20020118956 A1	20020829	Signal co

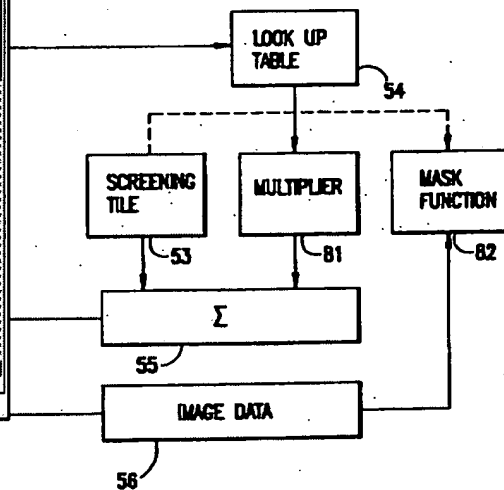


FIG. 8

US-PAT-NO: 6728416

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6728416 B1

TITLE: Adjusting the contrast of a digital image with an adaptive recursive filter

— KWIC —

Detailed Description Text - DETX (9):

Referring now to FIG. 2, the digital image channel neu input to the detail preserving tone scale function applicator 11 is expressed as the sum of the pedestal signal neu.sub.ped the texture signal neu.sub.txt and a noise signal neu.sub.n :

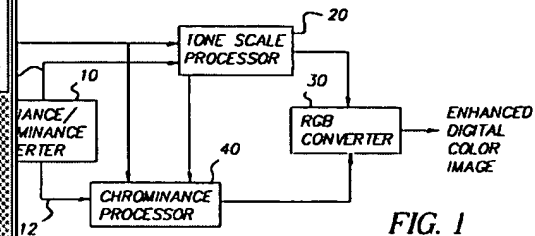


FIG. 1

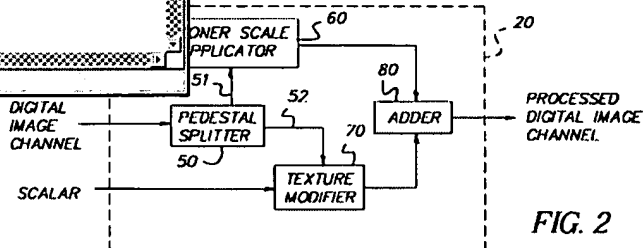


FIG. 2

	U	1	Document ID	Issue Date	
1			US 6728416 B1	20040427	Adjusting filter
2			US 20030091189 A1	20030515	Arrangen
3			US 6286036 B1	20010904	Audio- an

US-PAT-NO: 6728416

DOCUMENT-IDENTIFIER: US 6728416 B1

TITLE: Adjusting the contrast of a digital image with an adaptive recursive filter

KWIC

Detailed Description Text - DETX (9):

Referring now to FIG. 2, the digital image channel neu input to the detail preserving tone scale function applicator 11 is expressed as the sum of the pedestal signal neu.sub.ped the texture signal neu.sub.txt and a noise signal neu.sub.n:

US 6,728,416 B1

1
CONTRAST OF A DIGITAL
ADAPTIVE RECURSIVE
FILTER

OF THE INVENTION

relates to improving the contrast of an image by applying an adaptive tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

Detailed Description

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

dynamic range of photographic images. The result is a good deal of noise content in the photographic print. For this reason, a tone scale function has been generated, there

to apply the tone scale function to the image signal. The tone scale function is applied to the image signal to create a

645, filed Sep. 30, 1996 (hereinafter "Gallagher"), incorporated herein by reference). More specifically, Gallagher incorporated an adaptive recursive filter along with a single standard FIR filter to generate the image signal. Also, in U.S. Pat. No. 5,454,044, Nakajima suggests modifying the image contrast by the formula $S_{out} = S_{in} \cdot f(S_{in})$, in which $f(S_{in})$ is a function of the input signal S_{in} which is a monotonically decreasing function. This signal is added to the original S_{in} to create the processed image S_{out} .

Another example is an FIR (finite impulse response) filter based process known as homomorphic filtering (e.g., see R. Gonzales, R. Woods, *Digital Image Processing*, Addison-Wesley Publishing Company, New York, 1992, pp. 213-218, incorporated herein by reference), which modifies the low frequencies of an image to achieve a contrast modification. In homomorphic filtering, the high frequency information is again considered to be the image texture.

In U.S. Pat. No. 5,905,817, Matsuda (incorporated herein by reference) describes using an IIR (infinite impulse response) filter in essentially the same framework described by Lee. The advantage to this approach is speed. In addition, by using an IIR filter, the computational requirements remain constant despite any change to the desired level of blurring.

Each of these methods of applying a tone scale function to an image channel rely on a single blurring with a linear filter. Because of this, there is an inherent size selectivity property in the tone scale function application process. Image structures that are spatially smaller than a certain size are preserved, while details larger than that size are affected by the tone scale function. In addition, the preservation of high frequencies in an image may lead to the creation of unsharp mask type artifacts (overshoot and undershoot) in the neighborhood of large edges (characteristic of occlusion boundaries or dark shadows).

In general, it was observed that larger digital filters (used to create the lowpass signal) result in a more pleasing processed image, except for the fact that the artifacts become more objectionable. Thus, the goal is to achieve greater amounts of blur without producing the overshoot artifacts at edges. Several pyramid schemes have been developed in order to achieve this goal. Because the pyramid scheme consists of multiple representations of the same image objects, the detail size range that is preserved may be modified throughout the image.

U.S. Pat. No. 5,467,404 to Vaynsky et al. (incorporated herein by reference) describes a method of adjusting the contrast of the image while preserving details (and producing no artifacts). In U.S. Pat. No. 5,581,181 (incorporated herein by reference), Ito describes a general multi-resolution approach based on achieving the same goal. These methods produce satisfactory results, but require a large number of filtering operations.

Another approach to the problem of tone scale function application is to use nonlinear filtering techniques that essentially preserve edges but blur out detail. In U.S. Pat. No. 5,799,870 (incorporated herein by reference), Takao describes a large rectangular filter, long in the direction along an edge and short in the direction across an edge. This approach reduces the artifacts at edges, but diagonal edges pose a problem. Further, Nakajima describes using an FIR filter whose weights are determined at each pixel location, based upon the absolute value of the difference of pixel intensities between two pixels falling under the digital filter.

As mentioned above, after the tone scale function has been generated, there exists the question of how to apply the tone scale function to the digital image. Application of a tone scale function meant for dynamic range compression directly to each color channel of an image results in desaturation. For this reason, it is a common practice to apply the tone scale function to a luminance (neutral) representation of the image. Direct application of the tone scale function to the image neutral channel tends to result in compression of detail in addition to compression of the overall image dynamic range, resulting in an image with a flat appearance.

Lee describes a procedure for preserving the high frequency detail of an image by blurring the image neutral channel in order to create a lowpass signal. Subtracting the lowpass signal from the image neutral channel produces a highpass signal. The processed image is generated by applying the tone scale function to the lowpass signal and adding the result to the highpass signal. This procedure preserves a segment of the image frequency spectrum; however, artifacts are seen at large boundaries.

A. Gallagher and E. Glodde built on this work with U.S. Pat. No. 6,317,521, based on application Ser. No. 09/163,

	U	1	Document ID	Issue Date	
1			US 6728416 B1	20040427	Adjusting filter
2			US 20030091189 A1	20030515	Arrangen
3			US 6286036 B1	20010904	Audio- an

DERWENT-WEEK: 200369

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Automatic tone scale adjustment for digital radiographic images - estimates image noise as function of code value, determines range of code values and how image should be processed, with image contained in boundary box, mapping tone scale curve from points on computed image activity histogram

INVENTOR: BARSKI, L L; LEE, H; SENN, R A

PATENT-ASSIGNEE: EASTMAN KODAK CO[EAST]

PRIORITY-DATA: 1995US-0577756 (December 22, 1995)

PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	MAIN-IPC
DE 69629445 E	September 18, 2003	N/A	000	G06T 005/40
US 5633511 A	May 27, 1997	N/A	023	G03B 042/02
JP 780791 A2	June 25, 1997	F	025	G06T 005/40

Details Text Image HTML FULL

	U	1	Document ID	Issue Date	
10			US 5049916 A	19910917	Automatic through d
11			US 5633511 A	20030918	Automatic estimates range of image co points on
12			US 5633511 A	19970527	Automatic

May 27, 1997

Sheet 2 of 14

5,633,511

-1	0	1
-1	0	1
-1	0	1

HORIZONTAL
EDGE

-1	-1	-1
0	0	0
1	1	1

VERTICAL
GRADIENT

FIG. 2B

C ₄	C ₅
C ₉	C ₁₀
C ₁₃	C ₁₄
C ₁₈	C ₁₉
C ₂₃	C ₂₄

VALUE
REFERENCE

FIG. 2C

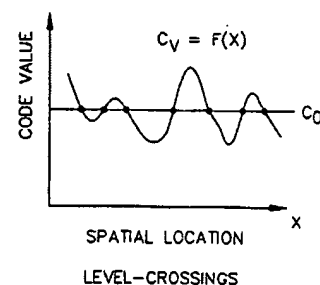


FIG. 2D

KWIC

Abstract Text - ABTX (1):

A method of automatically adjusting the tone scale adjustment for digital radiographic images. The method includes the steps of providing an input digital radiographic image; estimating the image noise as a function of code value of the image; determining the range of code values in the input image; determining which way the input image should be processed; determining a bounding box which contains the region of interest of the input image; computing the image activity histogram of the input image; determining four points from the image activity histogram; constructing the tone-scale curve for the input image; and mapping the input image through the tone-scale curve to produce an output image with good tone scale.

US 5633511 A

Patent [19]

[11] Patent Number: 5,633,511

[43] Date of Patent: May 27, 1997

TONE SCALE ADJUSTMENT
ACTIVITY MEASURES

4,570,370 11/1992 Poustchi 250787
2,046,118 9/1991 Ajwadi et al. 349132
5,164,993 11/1992 Capacci et al.
5,268,967 12/1993 Jang et al.
5,343,520 6/1994 Dai et al.
5,360,573 11/1994 Haddi et al.

Matsushita Company, Rochester

Primary Examiner—Cristina M. Hammer

Attorney, Agent, or Firm—William R. Novak

[57]

ABSTRACT

[58]

G41B 41/02
250587; 382/132
250587; 382/132

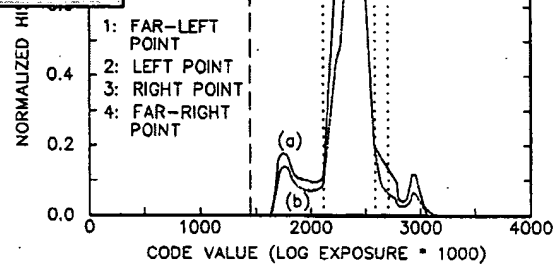
See Also

DOCUMENTS

et al.
et al.
et al. 382/132
et al. 250587
et al.

A method of automatically adjusting the tone scale adjustment for digital radiographic images. The method includes the steps of providing an input digital radiographic image; estimating the image noise as a function of code value of the image; determining the range of code values in the input image; determining which way the input image should be processed; determining a bounding box which contains the region of interest of the input image; computing the image activity histogram of the input image; determining four points from the image activity histogram; constructing the tone-scale curve for the input image; and mapping the input image through the tone-scale curve to produce an output image with good tone scale.

23 Claims, 14 Drawing Sheets

ACTIVITY
HISTOGRAM
CODE-VALUE
HISTOGRAM

	U	1	Document ID	Issue Date	
12			US 5633511 A	19970527	Automatic
13			US 20030009670 A1	20030109	Background
14			US 6570034 B2	20030527	Blocked element

PUB-NO: EP001109130A2

DOCUMENT-IDENTIFIER: EP 1109130 A2

TITLE: Digital image processing method and systems including
noise reduction and tone scale adjustments

PUBN-DATE: June 20, 2001

INVENTOR-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
GINDELE, EDWARD B	US
LOPEZ-ESTRADA, ALEX	US

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME	COUNTRY
EASTMAN KODAK CO	US

APPL-NO: EP00204295

Details Text Image HTML FULL

	U	1	Document ID	Issue Date	
43			US 6636646 B1	20031021	Digital im: digital ima
44			EP 1109130 A2	20010620	Digital im: reduction
45			EP 1109130 A	20010620	Digital im: specifin

Notice of Publication
in Patent Office
European Patent Office



(11) EP 1 109 130 A2

EUROPEAN PATENT APPLICATION

(51) Int. Cl. 7: G08T 5/40

2001/25

204295.0

00

States:
US FR GB GR IE IT LU

Status:

US 481801

KODAK COMPANY
14850 (US)

(72) Inventors:

• Gindele, Edward B.
c/o Eastman Kodak Company
Rochester, New York 14650-2201 (US)
• Lopez-Estrada, Alex,
c/o Eastman Kodak Company
Rochester, New York 14650-2201 (US)

(74) Representative:

Lawandowsky, Klaus, Dipl.-Ing. et al
Kodak Aktiengesellschaft,
Patentabteilung
70373 Stuttgart (DE)

Processing method and systems including noise reduction and tone scale

ing a digital image. Include
se control parameter; am-
stimator to process the dig-

tal image to reduce the noise in the digital image; and
employing the noise control parameter to process the
digital image to adjust the tone scale of the digital image.

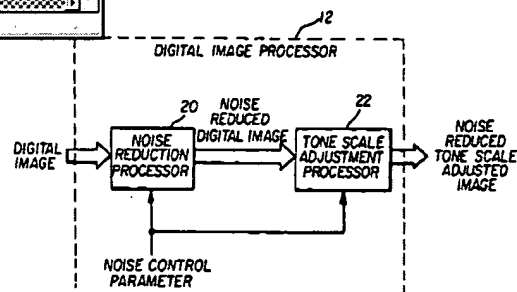


FIG. 2

PRINTED BY JPMAR, 70021 NAKA 1746

EP 1 109 130 A2

DERWENT-ACC-NO: 2001-477002

DERWENT-WEEK: 200158

COPYRIGHT 1999 DERWENT INFORMATION LTD

TITLE: Digital image processing method in digital imaging system, involves specifying noise control parameter to reduce noise and to adjust tone scale of digital image

INVENTOR: GINDELE, E B; LOPEZ-ESTRADA, A

PATENT-ASSIGNEE: EASTMAN KODAK CO[EAST]


PRIORITY-DATA: 1999US-0461931 (December 15, 1999)


PATENT-FAMILY:

PUB-NO	PUB-DATE	LANGUAGE	PAGES	M
EP 1109130 A2	June 20, 2001	E	018	G06T 00
JP 2001202509 A	July 27, 2001	N/A	011	G06T 0

Details | Text | Image | HTML | FULL

	U	1	Document ID	Issue Date	
44	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	EP 1109130 A2	20010620	Digital im: reduction
45	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>	EP 1109130 A	20010620	Digital im: specifying tone scal
46			US 6700990 B1	20040302	Digital wa

(19)  **Europäisches Patentamt**
European Patent Office
Office européen des brevets

(11)  **EP 1 109 130 A2**

(12) **EUROPEAN PATENT APPLICATION**

(43) Date of publication: 20.06.2001 Bulletin 2001/25 (51) Int Cl.: G06T 5/40

(21) Application number: 00204293.0

(22) Date of filing: 04.12.2000

(84) Designated Contracting States:
AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC ML PT SE TR
Designated Extension States:
AL LT LV MX RO SI

(30) Priority: 15.12.1999 US 461931

(71) Applicant: EASTMAN KODAK COMPANY
Rochester, New York 14650 (US)

(72) Inventors:
• Gindele, Edward B.
c/o Eastman Kodak Company
Rochester, New York 14650-2201 (US)
• Lopez-Estrada, Alex,
c/o Eastman Kodak Company
Rochester, New York 14650-2201 (US)

(74) Representative:
Lewandowski, Klaus, Dipl.-Ing. et al
Kodak Aktiengesellschaft,
Patentabteilung
70323 Stuttgart (DE)

(54) Digital image processing method and systems including noise reduction and tone scale adjustments

(57) A method of processing a digital image, include the steps of: specifying a noise control parameter; employing the noise control parameter to process the dig-

ital image to reduce the noise in the digital image; and employing the noise control parameter to process the digital image to adjust the tone scale of the digital image.

EP 1 109 130 A2

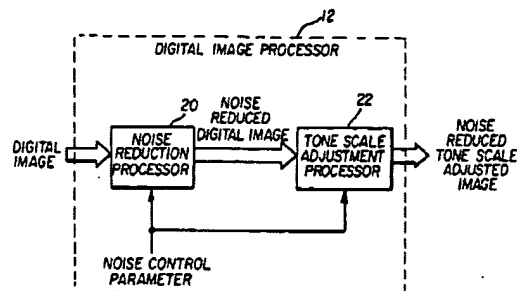


FIG. 2

Printed by J. HALL, 78001 MAAS, 1999

INT-CL (IPC): H03M007/30, G10L007/04, G10L009/18, G11B020/10, H03H017/02

ABSTRACT:

PURPOSE: To eliminate the occurrence of an adverse effect (sound swing) in a listening sense onto a sound obtained by decoding even when a bit is not allocated to the noise component of a coding unit in the case of coding.

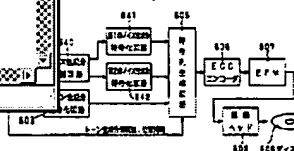
CONSTITUTION: This decoding device is provided with a tone component decoding circuit 702 decoding a coded tone component, a code string decomposition circuit 701 separating the coded noise component and a scale factor, a 1st noise component decoding circuit 731 decoding the coded noise component, a pseudo signal generating circuit 7 generating a prescribed pseudo signal, and a 2nd noise component decoding circuit decoding the coded scale factor, normalizing the pseudo signal with the scale factor and using the normalized signal for a decoded frequency component in the coding unit.

COPYRIGHT: (C)1995.JPO

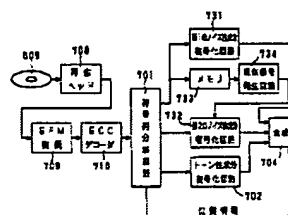
(11) 特開平7-336231

- 602 信号成分分解回路
603 トーン生成回路
605 符号発生回路
606 ECCエンコーダ
607 EFM回路
608 記録ヘッド
609 ディスク
640 ノイズ成分分解回路
641 第1のノイズ成分符号化回路
642 第2のノイズ成分符号化回路
701 符号列分解回路
702 トーン成分符号化回路
704 合成回路
705 逆変換回路
708 再生ヘッド
709 EFM復調回路
710 ECCデコーダ
731 第1のノイズ成分符号化回路
732 第2のノイズ成分符号化回路
733 メモリ
734 疑似信号発生回路

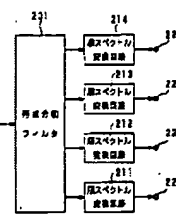
【図1】



【図2】



【図3】



	U	1	Document ID	Issue Date	
3			JP 07336233 A	19951222	METHOD METHOD
4			JP 07336231 A	19951222	METHOD DEVICE
5			JP 2000244325 A	20000908	Moving picture audio-visual